



OLAVI LYLÄ

TORJUNTA-AINEIDEN KÄYTÖN KANNATTAVUUS JA YMPÄRISTÖHAITTOJEN VÄHENTÄMINEN

Sammandrag: Lönsamhet för bruk av bekämpningsmedel och begränsning av menliga miljöeffekter
English summary: The economy of pesticide use and reduction of ecological harms

OLAVI LYLÄ

TORJUNTA-AINEIDEN KÄYTÖN KANNATTAVUUS JA YMPÄRISTÖHAITTOJEN VÄHENTÄMINEN

Sammandrag: Lönsamhet för bruk av bekämpningsmedel och begränsning av menliga miljöeffekter
English summary: The economy of pesticide use and reduction of ecological harms

Etukannen kuva: Maatalous ja vesiensuojelu 1992. Suojelun perusyksikkö on ojanpiennar. Se sitoo kiintoainesta ja ravinteita ja toimii torjunta-ainekulkeumien sitojana ja hajoituskeskuksena.

Pienet kuvat: Pientareiden poissaollessa Isänmaa matkaa Itämereen.

Pärmbild: Jordbruk och vattenskydd 1992. Grundenheten för skyddet är dikesrenen. Den binder fastsubstans och närsalter och fungerar som en buffert för bekämpningsmedelsavdrift och som ett center för deras mineralisering.

I frånvaro av dikesrenar urlakas den mest fruktbara åkermarken till vattendragen.

Cover photos: Agriculture and water protection 1992. Basic unit for protection is a ditch bank. It catches particulate material, nutrients and its function is to work as buffert for pesticide drift and as center for pesticide mineralization.

In absence of ditch banks is the most fertile soil streaming to water courses.

Kuvat: Olavi Lyly

Tekijä on vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA koskevat tilaukset:
Valtion painatuskeskus, PL 516, 00101 Helsinki
puh. (90) 56 601/julkaisutilaukset

ISBN 951-47-6606-7
ISSN 0786-9592

HELSINKI 1992

Julkaisija
Vesi- ja ympäristöhallitus

Julkaisun päivämäärä
1992-09-29

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)
Olavi Lyly

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Torjunta-aineiden käytön kannattavuus ja ympäristöhaittojen vähentäminen

Sammandrag: Lönsamhet för bruk av bekämpningsmedel och begränsning av menliga miljöeffekter

Summary: The economic rationality of pesticide use and reduction of ecological harms

Julkaisun laji

Toimeksiantaja

Toimielimen asettamispyvm

Selvitys

Julkaisun osat

Tiivistelmä

Torjunta-aineiden käytön mahdollisimman nopeaa vähentämistä on vaadittu useissa kansainvälisissä ja kansallisissa sopimuksissa, muun muassa Brundtlandin komission raportissa, Helsingin sopimuksessa, Pohjoismaisessa ympäristöohjelmassa ja valtioneuvoston periaatepäätöksessä vesiensuojelun tavoiteohjelmaksi. Perusteena on mainittu, että torjunta-aineiden käytöstä seuraa ekologisia haittoja. Asetetuista tavoitteista ja niiden toteuttamista tarkoittavasta viranomaistoiminnasta huolimatta torjunta-aineiden käyttö ei ole Suomessa vähentynyt. Sen seurauksena maaseutuluonnon monimuotoisuus vähenee edelleen, etenkin pienekosysteemitasolla.

Selvityksen tarkoituksena oli tuottaa arvio, mihin ja miten ympäristönsuojelutoimia tulee kohdentaa, jotta parhaiten saavutetaan asetetut tavoitteet. Keskeisimmäksi torjunta-aineiden haitallisuutta vähentävän toiminnan kohteeksi osoittautui torjunta-aineiden käytön talous. Torjunta-aineiden käyttö on perustunut puutteelliseen kannattavuuskäsitykseen. Tämä sekä kansan- ja ympäristötalouden tutkimuksen puute ovat mahdollistaneet harjoitetun maaseutupolitiikan, jossa tukijärjestelmät osaltaan estävät tilakohtaisen kustannusvastaavuuden ja siitä ympäristölle aiheutuvan hyödyn toteutumisen. Torjunta-aineiden käyttö on näistä syistä johtuen ollut maatilojen liiketalouden kannalta osittain tappiollista jo 1970-luvulta lähtien.

Peltojen lajisto yksipuolistuu haitattomien lajien vähenemisen ja haitallisten runsastumisen seurauksena. Pelloilla käytetyistä torjunta-aineista arviolta kolmannes kulkeutuu käyttökohteensa ulkopuolelle kuten ojien, purojen ja pientareitten muodostamaan ekologisten käytävien verkostoon. Vaikka näiden alueiden lajiston muutokset tunnetaan varsin puutteellisesti, karttuu uhanalaisten lajien lista voimakkaimmin juuri reunaekosysteemien lajistosta. Näiden alueiden hyöty maanviljelykselle esim. hyödyllisten petohyönteisten elinympäristönä vähenee ja samalla niiden suojelumerkitys vesistöille kiintoainese- ja ravinnehuuhtoutumien sitojana pienenee.

Asiasanat (avainsanat)

Torjunta-aineet, maatalous, kannattavuus, ympäristövaikutukset, luonto, monimuotoisuus, haittavaikutukset, vähentäminen

Muut tiedot

Sarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja
- sarja A 118

ISBN

951-47-6606-7

ISSN

0786-9592

Kokonaissivumäärä

63

Kieli

Suomi

Hinta

Luottamuksellisuus

Julkinen

Jakaja

Valtion painatuskeskus
PL 516, 00101 Helsinki

Kustantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus
PL 250, 00101 Helsinki

Utgivare
Vatten- och miljöstyrelsen

Utgivningsdatum
1992-09-29

Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)
Olavi Lyly

Publikation (även den finska titeln)
Torjunta-aineiden käytön kannattavuus ja ympäristöhaittojen vähentäminen
Sammandrag: Lönsamhet för bruk av bekämpningsmedel och begränsning av menliga miljöeffekter

<i>Typ av publikation</i>	<i>Uppdragsgivare</i>	<i>Datum för tillsättandet av organet</i>
Utredning		

Publikationens delar

Referat

I Brundtland-kommissionens rapport och i flera internationella och nationella avtal och program – Helsingforskonventionen, det nordiska miljöprogrammet, statsrådets redogörelse över den hållbara utvecklingen och Finland, målprogrammet för vattenvården – förutsätts en möjligast snabb minskning av bruket av bekämpningsmedel. Motiveringen är de ekologiska skadeverkningar, som bruket av bekämpningsmedel för med sig. Förbrukningen av bekämpningsmedel i Finland har inte minskat trots att sådana målsättningar har fastställts och att myndigheterna har arbetat för att dessa målsättningar skulle uppnås. En följd av detta är att landsbygdsnaturens mångfald fortfarande utarmas, framförallt på en småskalig ekosystemnivå.

Syftet med utredningen var att ta fram ett underlag för en bedömning gällande på vilket sätt och på vad miljöskyddsåtgärderna skall inriktas, för att de uppställda målsättningarna skall kunna uppnås. Det visade sig att den centrala faktorn då det gäller att minska bekämpningsmedlens skadeverkningar är de ekonomiska aspekter som hänger ihop med bruket av bekämpningsmedel. Bruket av bekämpningsmedel har baserat sig på en bristfällig uppfattning om lönsamheten. Den bristfälliga national- och miljöekonomiska forskningen har möjliggjort att den förda landsbygdspolitiken har förhindrat en gårdsvis kostnadsmedvetenhet och därmed har den nytta för miljön som är förknippad med kostnadsmedvetenheten uteblivit. Bruket av bekämpningsmedel har beroende på dessa orsaker varit delvis förlustbringande ända sedan 1970-talet med tanke på gårdarnas ekonomiska ställning.

Åkrarnas uppsättning av arter blir ensidigare som en följd av att de oskadliga arterna blir färre och de skadliga tilltar i antal. Av de bekämpningsmedel som används på åkrarna hamnar ca en tredjedel utanför åkern i det ekologiska nätverk som bildas av diken, bäckar och åkerrenar. Fastän kännedomen om förändringar i artsammansättningen på dessa områden är bristfällig, förlängs listan över utrotningshotade arter mest av just de arter som hör hemma i dessa randekosystem. Nyttan av dessa områden för jordbruket t ex som biotop för nyttiga rovinsekter blir mindre och samtidigt minskar deras skyddsroll för vattendragen som förhindrare av urlakning av fast substans och närsalter.

Sakord (nyckelord)

Bekämpningsmedel, jordbruket, ekonomi, miljöeffekter, natur, biodiversitet, skadeverkningar, minskning

Övriga uppgifter

<i>Seriens namn och nummer</i>	<i>ISBN</i>	<i>ISSN</i>
Vatten- och miljöförvaltningens publikationer – serie A 118	951-47-6606-7	0786-9592
<i>Sidantal</i>	<i>Språk</i>	<i>Pris</i>
63	Finska	
<i>Distribution</i>	<i>Sekretessgrad</i>	
Statens tryckericentral PB 516, 00101 Helsingfors FINLAND	Offentlig	
	<i>Förlag</i>	
	Vatten- och miljöstyrelsen PB 250, 00101 Helsingfors FINLAND	

Published by
National Board of Waters and the Environment

Date of publication
1992-09-29

Author(s)
Olavi Lyly

Title of publication
Torjunta-aineiden käytön kannattavuus ja ympäristöhaittojen vähentäminen
Summary: The economy of pesticide use and reduction of ecological harms

Type of publication
Report

Commissioned by

Parts of publication

Abstract

An immediate reduction in the use of pesticides has been called for in a number of international and national agreements, including the report of the Brundtland Commission, the Helsinki Agreement, the Nordic Environment Program and the Council of State's decision-in-principle concerning the target program for water protection. This decision has been based on the fact that the use of pesticides has detrimental effects on ecosystems. Despite these targets and the activities of the authorities directed at implementing them, the use of pesticides in Finland has not been reduced. As a result, the diversity of rural ecosystems is continuing to decrease, particularly at the small ecosystem level.

The aim of this report was to estimate at what and in which manner should the environmental conservation activities be directed in order to best achieve the set goals. The key issue in activities designed to reduce the harmful effects of pesticides proved to be the economic aspects of pesticide use. The use of pesticides has been based on an inadequate concept of economic viability. This, combined with a lack of national and environmental economics research, has resulted in the implementation of a rural policy in which the state subsidy system makes it impossible to carry out an analysis of the farm-based costs and the benefits of such an analysis for the environment. For these reasons the use of pesticides in agriculture has represented a partial loss from the point of view of farming economics already since the 1970's.

The field flora and fauna become one-sided as a result of the reduction in the numbers of harmless species and the increase in harmful ones. About one third of the pesticides used on fields is transported away from the site of application into the network of ecological niches formed by ditches, streams and banks. Although rather little is known about the changes taking place in the flora and fauna of such areas, the flora and fauna of transitional ecosystems are on the top in the list of threatened species. The value of these areas for agricultural crops, e.g. as a habitat of beneficial predatory insects, is diminished and, at the same time, their ability to reduce leaching of particulate material and nutrients into watercourses is reduced.

Keywords

Pesticides, agriculture, economics, environmental effects, biodiversity, harmful effects, reduction

Other information

Series (key title and no.)
Publications of the Water and Environment
Administration - series A 118

ISBN
951-47-6606-7

ISSN
0786-9592

Pages
63

Language
Finnish

Price

Confidentiality
Public

Distributed by
Government Printing Centre
P.O.Box 516 SF-00101 HELSINKI
FINLAND

Publisher
National Board of Waters and the Environment
P.O.Box 250 SF-00101 HELSINKI
FINLAND

SISÄLLYS

ALKUSANAT	9
1 JOHDANTO	11
2 TORJUNTA-AINEIDEN KÄYTÖN VÄHENTÄMISTÄ KOSKEVAT SUOSI- TUKSET JA TAVOITTEET	13
2.1 Yleissuositukset	13
2.1.2 Vesiensuojelua koskevat sopimukset	13
2.2 Torjunta-aineiden käytön vähentämistavoitteet	14
3 TORJUNTA-AINEIDEN KÄYTÖN PERUSTEET	15
3.1 Johdanto	15
3.2 Torjunta-aineiden käytön kannattavuus	16
3.2.1 Torjunnan kannattavuuden kynnysarvot	17
3.2.2 Satotason vaikutus torjunnan kannattavuuteen	20
3.2.3 Muut kustannustekijät	20
3.3 Arviot torjunta-aineiden käytön kannattavuudesta	22
3.3.1 Kannattavuus tuotannonaloittain	22
3.3.2 Keskimääräinen kannattavuus	23
4 TORJUNTA-AINEIDEN EKOLOGISET VAIKUTUKSET	25
4.1 Torjunta-aineet peltoekosysteemeissä	25
4.1.1 Kasvit	26
4.1.2 Linnut	27
4.1.3 Hyönteiset, lierot ja mikro-organismit	28
4.2 Torjunta-aineet vesistöissä	29
5 YMPÄRISTÖRISKIN JA SEN VÄHENTÄMISMAHDOLLISUUKSIEN ARVIOINTI	31
5.1 Johdanto	31
5.2 Kulkeutumisriski	32
5.3 Torjunta-aineille altistuvien ekosysteemien arvot ja haittojen vä- hentäminen	34
5.3.1 Reunaekosysteemien arvot ja suojelu	34
5.3.2 Torjunta-aineiden vesistöhaitallisuuden vähentämi- nen	36
5.4 Taloudellinen ohjaus	37
5.4.1 OECD-maissa käytetyt taloudellisen ohjauksen keinot	37
5.4.2 Haittojen vähentämismahdollisuudet Suomessa	38
6 VIRANOMAISTOIMINTA	39
6.1 Torjunta-ainelain säätämä toiminta	40
6.2 Muu viranomaistoiminta	41
6.2.1 Ympäristöministeriö, vesi- ja ympäristöhallitus	41
6.2.1.1 Työryhmät, ohjelmat, aloitteet	41
6.2.1.2 Koulutuspäivät	42
6.2.1.3 Oppaat, tiedotteet	43
6.2.2 Muut viranomaiset	43
6.3 Toiminnan tuloksellisuus	44
6.4 Aihepiirin tutkimus	45

7 TAVOITTEIDEN TOTEUTUMINEN	46
7.1 Maaseudun ympäristöohjelma	46
7.2 Tavoitteiden toteutumisen esteet	46
7.3 Arvio edellisten yhteisvaikutuksesta	47
7.4 Keinoja tavoitteiden toteuttamiseen	47
7.4.1 Haittamaksu	47
7.4.2 Tiedotus ja tutkimus	48
7.5 Seuranta ja valvonta	49
7.6 Lopuksi	50
YHTEENVETO	50
SAMMANDRAG	52
SUMMARY	54
KIRJALLISUUS	56

ALKUSANAT

Tämän julkaisun erityisenä tarkoituksena on tuoda esiin torjunta-aineiden maatalouskäytön taloudellisuuteen liittyviä näkökohtia. Ympäristöpolitiikkaamme koskevassa keskustelussa niitä ei juuri ole esitetty, vaikka aihepiirin merkittävyys on kiistämätön. Julkaisun toivotaan virittävän keskustelua aiheesta.

Muita julkaisussa käsiteltäviä asioita ovat torjunta-aineista johtuvat ympäristöriskit ja niiden vähentämismahdollisuudet sekä ympäristöviranomaisten toiminta. Julkaisu on osaraportti projektista, joka tuotti nyt esitettävän ohella ehdotuksia vesien- ja ympäristönsuojelutoimiston toiminnan tehostamiseksi torjunta-aineita koskevissa asioissa. Näiden ehdotusten jatkovalmistelun on tarkoitus tuottaa toimiston toiminta-ohjelma vuodelle 1993 torjunta-aineiden suhteen.

Helsingissä 21. päivänä syyskuuta 1992

Raimo Penttonen

toimistopäällikkö, torjunta-
aineprojektin puheenjohtaja

Kiitokset

Esitän parhaat kiitokseni kuvankäsittelystä vastanneelle piirtäjä Anneli Achrenille sekä muulle vesien- ja ympäristöhallinnon henkilöstölle saamastani tuesta. Erityisesti kiitän ylitarkastaja, maanviljelijä Antero Nikanderia, jonka monipuolinen asiantuntemus on ollut käytettävissäni. Torjunta-ainelautakunnan jäsen, ylitarkastaja Leena Ylä-Monoselta saamani apu on ollut merkittävää. Maatalouden tutkimuskeskuksen vs. asemanjohtaja Pentti Seurin ja Helsingin yliopiston Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskuksen suunnittelija, agronomi Jukka Rajalan kanssa käymäni torjunta-aineiden käytön tutkimukseen ja yritystaloudelliseen kannattavuuteen liittyvän vuoropuhelun olen kokenut arvokkaaksi.

Helsingissä 29. syyskuuta 1992

Olavi Lyly

1 JOHDANTO

Torjunta-aineiden liiallisen ja tarpeettoman käytön ehkäiseminen ja yleensäkin käytön vähentäminen on yksi tärkeimmistä ympäristöpoliittisista tavoitteista. Tavoite on kirjattu lukuisiin kansainvälisiin ja kansallisiin ohjelmiin. Kansainvälisistä ohjelmista tunnetuin on Brundtlandin komission raportti (Anon. 1987a). Se samoin kuin Itämeren suojelusopimus (mm. Anon. 1987b) ja Pohjoismaisen Ministerineuvoston ympäristöohjelma vuodelta 1989 (Anon. 1989a) edellyttävät torjunta-aineiden käytön mahdollisimman nopeaa vähentämistä. Muissa Pohjoismaissa ohjelmia toteutetaan varsin vakavassa mielessä. Ruotsissa on maatalouden käyttämien torjunta-aineiden tehoaineiden myynti vähentynyt vuosien 1981–1985 keskiarvosta 47 prosenttia vuoteen 1991 (Bernson ja Ekström 1992). Norjassa vastaava, noin 50 %:n lasku toteutui jo 1970-luvulla ja edelleen vuosien 1986–1989 välillä myynti laski noin kolmanneksen (Lode 1991).

Suomessa on toteutettu laajat asutuksen ja teollisuuden vesiensuojeluohjelmat, joiden avulla on pystytty pienentämään näistä lähteistä tullutta vesistökuormitusta merkittävästi. Maatalouden aiheuttaman hajakuormituksen osuus ja määrä on samanaikaisesti noussut (Rekolainen ym. 1992). Vesistökuormituksen kehitys edellyttää vesiensuojelutoimien painottamisen myös Suomessa tavalla, joka mahdollistaa torjunta-ainekuormitusta vähentävien suositusten ja ohjelmien toteutumisen.

Vesiensuojelun tavoiteohjelman yleistavoitteissa edellytetään vesiensuojelutoimia kohdennettavaksi hyöty-kustannusperiaatteella (Anon. 1988). Tämä nostaa torjunta-aineiden käytön vähentämisen niiden vesistökuormitusosuutta keskeisemmälle sijalle, koska torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvien haittojen vähentäminen ei vaadi merkittävää taloudellista panostusta. Vesien hajakuormitusta koskevissa erityistavoitteissa maatalouden edellytetään pysyvän yleisen vesistökuormitusta vähentävän kehityksen tasolla ja torjunta-aineiden joutumista vesistöihin ja pohjavesiin edellytetään voitavan vähentää.

Vesiensuojelun tavoiteohjelmassa on maatalouden aiheuttaman hajakuormituksen vähentäminen asetettu ympäristönsuojelun keskeiseksi tavoitteeksi (Anon. 1988). Maatalouden ympäristönsuojelun päämääränä on ympäristön kannalta kestävän tuotannon harjoittaminen. Tämä on ymmärretty maatilahallinnon ympäristöohjelmassa puhtaiden ja terveellisten elintarvikkeiden tuottamisen perusedellytykseksi (Anon. 1991a). Tavoitteiden yhteneväisyys on johtanut maatalous- ja ympäristöviranomaiset yhteisen ympäristöohjelman laadintaan (Anon. 1992a). Sillä toteutetaan torjunta-aineiden osalta myös Yhdistyneiden kansakuntien ympäristö- ja kehityskonferenssin UNDEC:in Rio de Janeirossa 3.–14.6.1992 hyväksymää Agenda 21 -nimellä tunnettua loppuraporttia, missä suositellaan kemikaalien käyttöä koskevien kansallisten ohjelmien laatimista vuoteen 2000 mennessä (Anon. 1992b).

Torjunta-ainelain (327/69) uudistamisen (159/84) yleisperusteluissa (Anon. 1983) todettiin torjunta-aineiden ympäristöhaittojen selvittämisen vaativan monipuolista asiantuntemusta ja laaja-alaista tehtäväalueen hallintaa, jotta lainmuutoksen perustarκοitus voisi toteutua. Tarkoitus määriteltiin seuraavasti: "(torjunta-aineen) Hyväksyminen voi tapahtua vain valmisteen käyttöön liittyvien etujen ja mahdollisten haittojen samanaikaiseen punnitsemiseen ja arviointiin." Ympäristövaikutuksia koskeva tarkastus esitettiin toteutettavaksi tutkimuslaitoksessa, jotta se olisi resursseiltaan vastannut torjunta-aineiden biologisen tehokkuuden ja käyttökelpoisuuden tarkastusta. Laissa

tarkastavaksi viranomaiseksi määrättiin kuitenkin aluksi ympäristöministeriö, sittemmin vesi- ja ympäristöhallitus (714/90).

Torjunta-aineiden ympäristövaikutusten arviointia toteutettiin vuoteen 1990 asti suunnitelluista lähtökohdistan poiketen hyvin niukoin resurssein. Siltä osin, mikä edellyttää torjunta-aineiden käytöstä saatavan edun eli käyttökelpoisuuden taloudellista tarkastusta, ei lainmuutosta ole toistaiseksi saatettu käytännössä voimaan. Torjunta-ainerekisterissä onkin vain valmisteita, joiden käytöstä saatavaa etua ei ole suhteutettu ympäristölle aiheutuvaan haittaan.

Torjunta-aineiden käytön maatilataloudellista kannattavuutta koskevan tiedon puuttumista torjunta-aineiden käyttökelpoisuuden tarkastuksesta ja torjunta-aineiden käyttöohjeista voidaan perustellusti pitää torjunta-aineiden nykyisenlaajuisen käytön keskeisenä hallinnosta johtuvana syynä. Näiden tietojen tarjonta torjunta-aineiden käyttäjille olisi johtanut olennaisesti nykyistä vähäisempään torjunta-aineiden käyttöön ja siitä aiheutuneisiin haittoihin. Torjunta-ainelain toteutus ei ole vastannut yhteiskunnan sille asettamia tavoitteita eikä myöskään edistänyt kansainvälisissä ja kansallisissa ohjelmissa esitettyjen tavoitteiden saavuttamista.

Edellä esitetyt asiat lisäävät tarvetta tehostaa torjunta-aineiden käytön, käyttöriskien ja käytöstä aiheutuvien haittojen vähentämistä tarkoittavaa ympäristöviranomaisten toimintaa. Tämän ohella on tarpeen selvittää torjunta-aineiden hyväksymismenettelyssä olevia ympäristönsuojeluun liittyviä ongelmia ja hyväksymismenettelyn kautta tarjoutuvia vaikutusmahdollisuuksia. Maa- ja metsätalousministeriö asetti 2.4.1992 erillisen toimikunnan tehtävänsä lain kokonaisuudistuksen valmistelu. Tämä tarjoaa mahdollisuuden myös lain toteutuksessa ilmenneiden sovellutusongelmien ratkaisuun.

Tässä julkaisussa selvitetään edellä käsiteltyjä asioita. Niistä osa oli kohteena vesien- ja ympäristönsuojeluosaston 6.3.1992 asettaman työryhmän projektissa, jonka tarkoituksena oli tuottaa

- selvitys ympäristöviranomaisten toiminnasta torjunta-aineiden käytön, käytön valvonnan ja käyttöä koskevan ohjauksen ja tiedottamisen suhteen.

- ehdotus sellaisiksi mainitun toiminnan tavoitteiksi ja keinoiksi, joiden avulla voidaan tehostaa erityisesti vesien- ja ympäristönsuojelutoimiston toimintaa torjunta-aineiden käytön, käyttöriskien ja käytöstä aiheutuvien haittojen vähentämiseksi.

Työryhmän puheenjohtajana toimi toimistopäällikkö Raimo Penttonen, projektin vetäjänä ja työryhmän sihteerinä MML Olavi Lyly ja jäseninä toimistoagronomi Heikki Latostenmaa, ylitarkastaja Kaija Kallio-Mannila, erikoistutkija Marja Ruoppa ja ylitarkastaja Marja Luotola. Työskentelyn loppuvaiheessa Kallio-Mannilan tilalla oli ylitarkastaja Leena Ylä-Mononen.

2 TORJUNTA-AINEIDEN KÄYTÖN VÄHENTÄMISTÄ KOSKEVAT SUOSITUKSET JA TAVOITTEET

2.1 Yleissuositukset

Suomessa luonnon monimuotoisuuden suojelu on painottunut ensisijaisesti erityisalueiden suojeluun ja toiseksi uhanalaisen eliölajiston suojeluun. Etenkin viime aikoina on kiinnitetty huomiota jokapäiväisympäristön kaventuviin arvoihin. Uuden suojelustrategian mukaan elollisia luonnonvaroja on hoidettava siellä, missä elintärkeitä ekologiset toiminnot ja elämää ylläpitävät järjestelmät valtaosin ovat, eli taloustuotannossa olevilla maa- ja metsätalousalueilla. Nämä periaatteet on kirjattu valtioneuvoston kestävästä kehitystä käsittelevään selontekoon (Anon. 1990a).

Selonteko kiinnittää torjunta-aineita käsittelevässä osassaan erityistä huomiota torjunta-aineiden käytön tarkentamiseen ja torjuntatarpeen määrittämiseen sekä biologisen torjunnan kehittämiseen. Se edellyttää myös konkreettisten vähennystavoitteiden asettamista ja kestävä kehityksen edistämistä taloudellisen ohjauksen keinoin. Niinikään edellytetään torjunta-aineiden ympäristöhaittojen nykyistä kattavampaa selvittämistä. Tavoitteiden saavuttamiseen tähtäävien toimintaohjelmien laadinta asetettiin toteutettavaksi maa- ja metsätalous- sekä ympäristöviranomaisten yhteistyönä (Anon. 1990a).

Pohjoismaiden ministerineuvosto hyväksyi vuonna 1989 pohjoismaisen ympäristöohjelman (Anon. 1989a). Ohjelma sisältää maataloudesta peräisin olevien torjunta-aineiden ympäristöhaitallisuuden vähentämiseksi seuraavat kohdat:

- Torjunta-aineiden käytön ja käytöstä aiheutuvien riskien vähentämiseksi tulee ympäristövaikutusten arviointia jatkaa yhteistyönä. Yhteistyötä tulee myös jatkaa viljely- ja ruiskutustekniikan kehittämisessä.
- Ympäristö- ja metsäviranomaisten yhteistyönä tulee kiinnittää erityistä huomiota suo- ja metsäojituksista johtuviin lannoitteiden ja torjunta-aineiden aiheuttamiin pinta- ja pohjavesiongelmiin.
- Viranomaiset ovat vastuussa kukin oman toimialansa ympäristönsuojelutavoitteiden toteuttamisesta, mikä tapahtuu yhdessä ympäristöviranomaisten kanssa.

Torjunta-aineiden käytön vähentämisen määrällinen tavoite asetettiin ohjelmassa seuraavasti:

- Torjunta-aineiden käyttöä tulee vähentää niin nopeasti ja paljon kuin mahdollista.

2.1.2 Vesiensuojelua koskevat sopimukset

Suomi on sitoutunut lukuisilla kansainvälisillä ja pohjoismaisilla sopimuksilla ja kansallisilla ohjelmilla vähentämään torjunta-aineiden kulkeutumista vesiin. Seuraavassa on esitelty lyhyesti kahden keskeisen sopimuksen sisältö torjunta-aineiden vähentämistavoitteen asettamiseksi. Helsingin sopimus eli Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskeva yleissopimus sisältää maataloudesta peräisin

olevien torjunta-aineiden vähentämistoimia koskevan suosituksen vuodelta 1987 (Anon. 1987b). Suositus sisältää seuraavat artikkelit:

- a) Torjunta-aineita tulee käyttää niin, ettei niitä joudu tahattomasti vesistöihin tai niiden osiin. Suojavyöhykkeiden käyttöä tulee edistää, ja valvoa erityisesti torjunta-aineiden lentolevitystä.
- b) Torjunta-aineita on käsiteltävä ja varastoitava niin, ettei niitä näissä yhteyksissä joudu pinta- tai pohjavesiin.
- c) Torjunta-aineista johtuvien ympäristöongelmien tuntemusta tulee parantaa keräämällä ja vaihtamalla aihetta koskevaa tietoa.
- d) Maanviljelijöitä ja heidän neuvonantajiaan tulee valistaa ja kouluttaa torjunta-aineiden ympäristön kannalta järkevään käyttöön suosituksen liitteessä esitetyllä tavalla.
- e) Vaihtoehtoisia menetelmiä tulee kehittää ja niiden käyttöä suosia, missä se vain on mahdollista.

Vesiensuojelun tavoiteohjelma (Anon. 1988) vuoteen 1995 sisältää seuraavan, yksilöidysti torjunta-aineiden käytön rajoittamista koskevan kohdan:

- Peltoviljelyssä otetaan käyttöön viljely- ja lannoitustapoja, joilla voidaan vähentää ravinteiden ja torjunta-aineiden pinta- ja pohjavesiin joutumista. Edistetään tutkimusta ja toimintaa, jolla lannoitusta ja torjunta-aineiden käyttöä voidaan vähentää.

Määrällinen vähennystavoite asetettiin ohjelmassa seuraavasti: Maataloudesta aiheutuvan kuormituksen osalta pidetään tavoitteena sitä, että maataloudelta edellytetään suhteellisesti samaa kuormituksen vähennystä kuin muiltakin meri- ja sisävesialueille kuormitusta aiheuttavilta toiminnoilta. Torjunta-aineita koskeva vähennystavoite johdetaan siten ohjelman seuraavien vähennystavoitteiden mukaiseksi:

- Massa- ja paperiteollisuus: vuoden 1986 tasosta biologinen hapenkulutus vähenee 65 %, fosforikuormitus 25 % ja orgaanisen sitoutuneen kloorin määrä 33–66 %;
- Yhdyskunnat: orgaanisen aineksen määrän vähennys on vähintään kolmannes (noin 35 %) ja fosforin vähintään kuudennes (noin 20 %) vuoden 1988 tasosta, jolloin puhdistusasteeksi tulee kummankin osalta vähintään 90 %, erityisen suojeluarvon omaavien vesien kohdalla fosforin osalta 95 %.
- Maatalouden fosforikuormituksen vähennystavoite on 50 % sopi-musajankohdan tasosta.

2.2 Torjunta-aineiden käytön vähentämistavoitteet

Vesiensuojelun tavoiteohjelmassa teollisuuden ja yhteiskuntien vesistökuormitukselle esitetyt vähennystavoitteet ja maatalouden fosforikuormituksen vähennystavoite sekä muissa ohjelmissa esitetyt tavoitteet ja torjunnan talous huomioon ottaen torjunta-

aineiden maataloudesta aiheutuva vesistöjen hajakuormitus alennetaan neljännekseen sekä käyttö- ja suojeluarvoltaan erityisen merkittävien vesistöjen valuma-alueilla kahdeksanteen osaan torjunta-aineiden nykyisestä hajakuormituksesta.

Hallituksen kannanotossa "Kestävä kehitys ja Suomi" maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristöministeriö velvoitettiin laatimaan toimintaohjelma, joka sisältää konkreettiset tavoitteet torjunta-ainekuormituksen alentamiseksi myös terrestrisessä ympäristössä (Anon 1990a). Ehdotuksessa kyseiseksi ohjelmaksi vähentämistavoite on asetettu torjunta-aineiden käytön osalta 50 %:n tasolle vuoteen 1995 mennessä. Tämän jälkeen käytön tulisi kyseisen Maaseudun ympäristöohjelmaehdotuksen mukaan edelleen laskea (Anon. 1992a).

Ehdotus tarkoittaa torjunta-aineiden käytön melko välitöntä vähentämistä maataloustuotannossa olevilla alueilla puoleen nykyisestä sekä torjunta-aineiden kulkeutumisen estämistä viljelyksiltä reunaekosysteemeihin. Tavoitteen saavuttaminen edellyttää torjunta-aineiden käytön lopettamista piennaralueilla ja 5–10 metrin suojaetäisyydellä viljelysten laiteista sekä laajempien, pysyvien suojavyöhykkeiden perustamista kohteisiin, joille torjunta-aineiden kulkeutumisvaara on tavanomaista suurempi.

3 TORJUNTA-AINEIDEN KÄYTÖN PERUSTEET

3.1 Johdanto

Torjunta-aineita ryhdyttiin käyttämään, koska niiden käyttö paransi viljelyn taloutta. 1960-luvun alussa rikkakasvitiheys kevätiljapelloilla oli 550–850 kpl/m² (Kallio-Mannila ym. 1985, Erviö ja Salonen 1987) ja rikkakasvien kuivapaino noin 1000 kg/ha (Mukula ym. 1969). 1980-luvun alkuun tultaessa rikkojen määrä oli vähentynyt kolmannekseen ollen 175 kpl/m² ja paino ruiskuttamattomilla aloilla myös kolmannekseen ollen keskimäärin 320 kg/ha (Erviö ja Salonen 1987). Tästä huolimatta torjunta-aineiden käyttö on jatkunut 1970-luvun alussa saavutetun noin 2.000 vuotuisen tehoainetonnin suuruisena viimeisimpään tilastoituun vuoteen 1991 asti (Hynninen 1991, Hynninen ja Blomqvist 1992).

Uskoa torjunta-aineiden käytön edullisuuteen on pitänyt yllä torjunta-ainetuottajien aihetta koskeva mainonta ja siihen liittyvä tiedottaminen. Torjunnan hyötyjä kuvataan varsin yleisesti tutkimuksenomaisessa muodossa. Torjunta-ainetuottajien tiedottamiensa valikoima tietoa on kuitenkin käytännön todellisuutta heikosti edustavaa ja siten keskimäärin harhaanjohtavaa. Esimerkiksi kokeiden kontrollialoilla rikkakasvimäärät ovat 1960-luvun tasoa (esim. Anttila 1991). Tasapainottomaksi tilanteen tekee objektiivisen tiedon ja tiedottamisen niukkuus.

Torjunta-aineiden käyttö on perusteltua, kun niiden käytöstä aiheutuva etu on haittoja suurempi. Kasvinsuojelun kustannuksista on toistaiseksi ollut varsin niukasti tietoa saatavilla. Kurpan (1992a) kasvinsuojelukustannusten osuutta eri viljelykasvien tuottamiseen käytetyistä muuttuvista kustannuksista kuvaava selvitys on omiaan suuntaamaan tutkimusta torjunta-aineiden ympäristövaikutukset sisältävään hyötyjen ja kustannusten vertailuun.

Torjunta-aineiden käytön talouden perusteita on kattavan tutkimustiedon puuttuessa arvioitava muilla perusteilla. Näitä ovat torjunta-aineiden käytön kannattavuutta osittain selvittäneet tutkimukset sekä arviot torjunta-aineiden käytön eduista eri

viljelykasviryhmillä tai tuotannonaloilla. Tarkasteltavat tutkimukset ovat kohdistuneet kevätiljelyjen viljelyyn, missä käytetään kolme neljänestä maassamme käytetyistä rikkakasvien torjunta-aineista (Markkula ym. 1990).

3.2 Torjunta-aineiden käytön kannattavuus

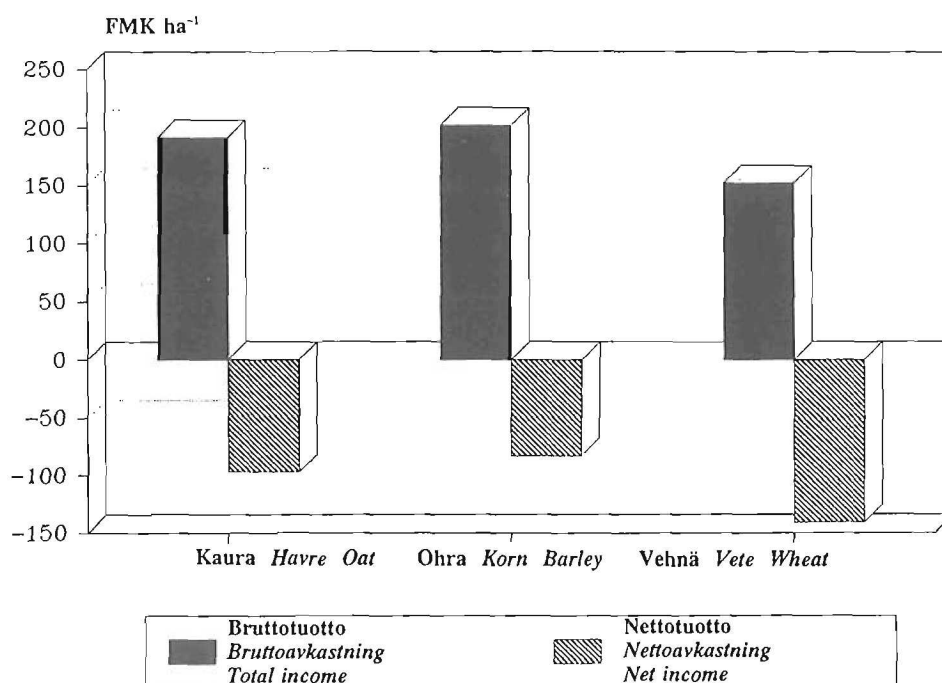
Torjunta-aineiden käytön laajentuessa käytännön viljelymenetelmäksi 1960-luvun alussa tunnettiin käytön talous Mukulan ja Köylijärven (1965) tutkimuksiin perustuen tyydyttävästi. Runsaiden rikkakasvustojen torjunnasta saatu sadonlisä oli 20 %:n ja 300 kg:n luokkaa hehtaaria kohden (Mukula ja Köylijärvi 1965). Kun rikat viljelyteknikan kehittymisen myötä vähenivät, olivat vastaavat luvut 1980-luvun alkupuolella enää 3 %:n ja 100 kg:n luokkaa (Tanskanen 1987, Erviö ym. 1991).

Maatalouden tutkimuskeskus perusti vuosina 1982–1984 koesarjan tarkoituksena selvittää kevätiljelyjen rikkakasvustojen torjunnan liiketaloudellista kannattavuutta muuttuneissa olosuhteissa. Tutkimus tehtiin, kuten osa edellisestäkin, maataloilta kerätyn aineiston pohjalta, jotta se parhaiten kuvaaisi käytännön todellisuutta. Tutkimustuloksia ovat raportoineet Salonen ja Erviö (1986), Tanskanen (1987), Erviö ym. (1991) ja Salonen ja Jalli (1992) pitäen torjuntaa edelleen kannattavana. Torjunta-aineiden biologisen tehokkuuden tarkastuksen yksittäistulokset kertoivat kuitenkin aiemman sadonlisän kääntyneen noin 4 %:n ja runsaan 100 kg:n satotappioksi hehtaaria kohden (mm. Junnila 1991). Tehokkuustarkastuksen perusteella arvioiden torjunnan kannattavuuden kehityksen suunta oli vakaan laskeva.

Salonen ja Erviö (1986) esittivät herbisidien käytön taloutta koskevan tutkimuksen päätuloksen siten, että torjunnan kustannuksina otettiin huomioon vain torjunta-ainekustannus. Näin tulkittuna torjunnan taloustulos olikin edelleen positiivinen. Toisen tutkimuksen yhteydessä Erviö (1986) ilmoitti tallautappiosta johtuvan sadonalennuksen suuruudeksi kauralle 158 markkaa hehtaarilta. Tallautappio syntyy, kun osa oraista tuhoutuu traktorin pyörien alle torjunta-aineen ruiskutuksen yhteydessä. Erviön kyseisessä tutkimuksessa käyttämä satotappion arvo on samaa suuruusluokkaa, mitä ruotsalaiset käyttävät vastaavissa tutkimuksissa (Kurppa 1992a). Kun tallautappio ja lisäksi Erviön (1986) kauralle ilmoittama torjuntatyön kustannus, mikä myös vastaa Ruotsissa käytettyjä arvoja (Kurppa 1992a), otetaan huomioon, muuttuu Salosen ja Erviön (1986) tutkimuksen taloudellinen tulos tappiolliseksi (Kuva 1.).

Toisessa tutkimuksessa Erviö (1986) selvitti Jokioisilla ja Etelä-Pohjanmaan koeasemalla joka toinen vuosi ja arvioidun tarpeen mukaan tapahtuvan rikkakasvin-torjunnan taloustulosta. Kokeet osoittivat, että Jokioisilla sato torjunta-aloilla oli aina alhaisempi kuin torjumattomilla. Taloustulos jätettiin laskematta. Etelä-Pohjanmaalla torjunta oli joka toinen vuosi tehtynä vuosittain toistuvaa edullisempi (Erviö 1986).

Torjunta-aineiden heikosta valikoivuudesta johtuu, että ne rikattomaan viljakasvustoon ruiskutettuina alentavat satoa. Rikkakasvien määrän ylittäessä 150 kpl/m², kompensoi rikkojen kilpailun poisto torjunta-aineen myrkyvaikutuksen viljelykasviin ja sadonlisää alkaa kertyä (ks. Mukula 1980). Kun rikkojen määrä edelleen kasvaa, lähestytään tilannetta, jossa rikkojen kilpailun poistolla saatava sadonlisä ylittää torjunnasta aiheutuvat kustannukset. Mikäli torjunnan kustannukset kompensoituvat esimerkiksi 5 %:n sadonlisällä, tulee rikkoja olla 450–500 kpl/m², jotta torjunta olisi taloudellisesti kannattavaa (ks. Mukula 1980, s. 10).



Kuva 1. Kevätviljakasvustojen herbisidiruiskutusten keskimääräinen kannattavuus vuosina 1982–84 Salosen ja Erviön (1986) sekä Erviön (1986) tutkimustulosten yhdistelmänä (tarkemmin tekstissä). Bild 1. Den genomsnittliga lönsamheten för herbicidbesprutning av vårsådd under åren 1982–84 presenterad som en kombination av Salons och Erviös (1986) samt Erviös (1986) forskningsresultat. Figure 1. The average economic viability of herbicide spraying carried out on spring cereals during 1982–84 according to the combined data of Salonen and Erviö (1986) and Erviö (1986).

3.2.1 Torjunnan kannattavuuden kynnysarvot

Kuvassa 1. esitetyt tulokset kuvaavat torjunnan talouden laskennallista tilannetta 1980-luvun alkupuolella. Rikkakasvien torjunnan lopettaminen ei ole torjunnan vaihtoehto. Käyttökelpoisia kemiallisen torjunnan vaihtoehtoja ovat muun muassa myöhästetty kylvö, rikkakasviäestys ja lisätty kylvösiemenmäärä yhdessä tai erikseen käytettyinä (Mehto 1986). Torjunnan nykyinen kannattavuustilanne edellyttää torjunta-aineiden ja vaihtoehtoisten torjuntatapojen käytön talouden pikaista selvittämistä lähtien liiketaloudesta ja päätyen ympäristötalouteen, jotta torjunta-aineiden käyttö saataisiin taloudellisesti ja ympäristönsuojelun kannalta järkevälle tasolle.

Selvityksen kiireellisyyttä kuvaa se ristiriita, mikä esiintyy torjunta-aineiden käytön kannattavuutta koskeneiden tutkimusten välillä. Mukulan mukaan torjunnalla aletaan saada sadonlisää, kun rikkojen määrä ylittää rajan 150 kpl/m² (Mukula 1965 Mukulan (1980, s. 10) mukaan). Tätä tukevat myös esim. Junnilan (1991) tulokset: Kokeissa, joissa rikkojen määrä käsittelemättömällä alalla oli 130 kpl/m², oli torjuttujen alojen sato systemaattisesti (14 tapauksessa 15:sta) kontrollia alhaisempi. Tanskasen (1987, s. 37) mukaan käsittelyllä saatiin pienempi sato kuin ilman käsittelyä, kun rikkakasvi-tiheys oli keskimäärin 139 yksilöä neliömetrillä. Torjunnan kustannuksia kompensoivaa sadonlisää aletaan saada vasta kyseisen rajan ylityttyä.

Tanskasen (1987) päätuloksena torjuntakynnyksen suhteen voidaan pitää sivulla 48 esitettyä tulosta, minkä mukaan torjuntakynnys asettuu rikkatiheydelle 160 kpl/m². Kustannuksiksi laskettiin torjunta-aine- ja työkustannus sekä osa konekustannuksista. Enempää tässä kuin edellisissä tai uusimmassakaan tutkimuksessa (Erviö ym. 1991) ei viljelyn talouteen vaikuttavana tekijänä otettu huomioon torjunta-aineruiskutuksesta tallauksena aiheutuvaa sadonalennusta, poikkeuksena Erviö (1986) tutkimus.

Erviö ym. (1991) ilmoittivat torjunnan taloudellisen kannattavuuden kynnysarvoiksi rikkakasvitiheydet 52 tai 101 kpl/m². Edellinen arvo perustui kontrolliaineistoon, jossa torjunta-ainetta ei lainkaan käytetty, vaan laskettiin regressioyhtälö rikkakasvitiheyden vaikutukselle satoon. Koska aineisto ei sisältänyt torjunta-ainekäsittelyä, se on soveltumaton torjunnan taloudellisen kynnysarvon määrittämiseen. Tällainen aineisto ei sisällä torjunnasta viljelykasville rikkakasvitiheydestä riippumatta aiheutuvaa satoa alentavaa vaikutusta. Kynnysarvo 101 kpl/m² määritettiin käsittelemättömien ja käsiteltyjen alojen rikkakasvimäärien erotukseen verrattuna sadonlisänä. Tämä määrittäminen pitää edelleen sisällään yllämainitun soveltuvuusesteen ja on sekin siten harhainen.

Kyseisen virheen vaikutus on osittain selvitettävissä ko. tutkimuksen muusta aineistosta. Yksi rikka neliömetrillä alensi satoa kontrollialoilla keskimäärin 1.82 kg/ha. Toisaalta torjutuilla aloilla sadonlisä oli 0.49 kg/ha kutakin neliömetrillä ollutta rikkaa kohden. Yhden rikan vaikutuksen poistoa kohti tulee tällöin torjua 3.71 rikkaa, jotta torjunta-aineesta viljakasvustoon aiheutunut satotappio korvautuu.

Kertomalla ensimmäinen kynnysarvo 52 edellä määritellyllä kertoimella 3.71 päästään kynnysarvoon 193 rikkaa neliöllä eli arvoon, jonka määrittämiseksi Erviön ym. (1991) tutkimus tehtiin. Tässä käytetty korjausmenetelmä on karkea, vain esimerkin luonteinen. Sekin kuitenkin johtaa vastaavaan arvoon, mikä on löydettävissä myös Tanskasen (1987, s. 37) tutkimuksesta: Kun torjunnalla saatiin sadonlisää, oli rikkakasvitiheys keskimäärin 191 kpl/m².

Viljan ja torjunta-aineiden hinta ilmoitettiin Erviön ym. (1991) tutkimuksessa vuoden 1985 hintatason mukaan. Niistä viljan hinta vastaa olennaisilta osin nykyistä. Käyttämikseen kone- ja työkustannuksiksi Erviö ym. (1991) ilmoittivat 21 mk/ha. Ruiskun vuokra oli Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitoksen mukaan kesäkuussa 1992 80 mk/h. Maatalouskoneiden- ja laitteiden vuokraus toimii Suomessa omakustannusperiaatteella. Tällöin hinta käsittää lähinnä pääoma- ja kunnossapitokustannukset eli samat kustannukset, jotka sisältyvät Erviön ym. (1991) tutkimukseen erotuksella, että po. tutkimuksessa kustannukset on laskettu viljelijän omalle ruiskulle.

Tilaruiskun tuntikustannuksiin vaikuttavat ennen muuta pääomakustannus ja käyttöaika. Erviön ym. (1991) tutkimuksessa käytetty kustannus on edelläolevaan vertailuarvoon nähden varsin pieni. Kurpan (1992a) mukaan pelkiksi käsittelykustannuksiksi arvioidaan 50–80 mk/ha. Tätä suuruusluokkaa oli käsittelykustannus myös Erviön tutkimuksessa (Erviö 1986). Mahdollisimman oikeiden ja edustavien kustannusten käyttö on torjunnan kynnysarvojen määrittämisen keskeisiä edellytyksiä.

Seuraavassa on esitetty kevätiljojen kemiallisen torjunnan kynnysarvoja sekä muita rikkakasvien määriin liittyviä arvoja sen aineiston pohjalta, minkä aiheutta koskeneet tutkimukset (mm. Mukula ym. 1969, Rajala 1982, Erviö 1986, Erviö ja Salonen 1987, Tanskanen 1987, Mela 1988, Erviö ym. 1991) niistä muodostavat.

Kevätviljojen rikkakasvien lukumääriä sekä niiden mukaisia kynnysarvoja.

*rikkoja/m²
tai kg/ha*

1.000	<i>Rikkakasvien maanpäällinen biomassa 1960-luvun alussa (Mukula 1969)</i>
550	<i>Rikkakasveja 1960-luvun alussa (Mukula ym. 1969)</i>
535	<i>Rikkakasvien maanpäällinen biomassa luomuviljelyksillä 1980-luvun puolivälissä (Mela 1988)</i>
531	<i>Rikkamäärä, jonka kemiallinen torjunta joka toinen vuosi on kannattavampaa kuin vuosittainen torjunta (Erviö 1986)</i>
505	<i>Rikkamäärä luomupelloilla (Mela 1988)</i>
500	<i>Taloudellinen kynnysarvo pitkällä aikavälillä. Peltomaan eroosio ja hajakuormitushaitat estyvät, kun tämä tiheys säilyy elonkorjuusta kevätkuokkaukseen. Monimuotoisuuden kaventuminen estynyt</i>
350	<i>Kemiallisen torjunnan kannattavuuden alaraja lyhyellä ajanjaksolla</i>
318	<i>Rikkakasvien maanpäällinen biomassa tavanmukaisesti viljellyillä kevätiljapelloilla 1980-luvun alussa (Erviö ja Salonen 1987)</i>
191	<i>Kemiallinen torjunta lisää sadon määrää (Tanskanen 1987)</i>
175	<i>Rikkakasveja 1980-luvun alussa (Erviö ja Salonen 1987)</i>
165	<i>Kemiallisen torjunnan biologisen kannattavuuden alaraja, sadonlisä vastaa torjunnalla aiheutettua satotappiota, kun tallaustappiota ei synny</i>
150	<i>(Mukula 1980, Tanskanen 1987)</i>
139	<i>Kemiallinen torjunta vähentää sadon määrää (Tanskanen 1987)</i>
100	<i>Kemialliselle torjunnalle mainonnassa käytetty taloudellisen kannattavuuden kynnysarvo vuonna 1992 (Kemira 1992)</i>
52	<i>Kemiallisen torjunnan taloudellisen kannattavuuden kynnysarvo vuonna 1991 maatalouden tutkimuskeskuksen mukaan (Erviö ym. 1991)</i>

Oheiset raja-arvot ovat luonteeltaan suuntaa-antavia. Rikkakasvien hyödyt ja haitat syntyvät niiden lukumäärän, koon ja lajiston yhteisvaikutuksena. Väkilannoitteena annettava helppoliukoinen tyyppi rehevöittää tietyt rikkakasvilajit etenkin, jos orastuminen on heikkoa. Rikkakasvuston biomassa vähenee suhteessa viljelykasvin massaansa elonkorjuuseen saakka (Mela 1988). Vähälle huomiolle on toistaiseksi jäänyt rikkojen suojakasvimerkitys elonkorjuun jälkeisen ravinteiden talteenoton ja kiintoaineksen eroosion estäjänä.

3.2.2 Satotason vaikutus torjunnan kannattavuuteen

Yhteistä edellä käsitellyille tutkimuksille on, että torjunnasta saatava sadonlisä oli suurimmillaan alhaisilla satotasolla. Mukulan (1980) mukaan torjunnan antama sadonlisä oli ohralla ja vehnällä runsainta satotasolla 1.500 kg/ha. Vehnällä sadonlisä kääntyi satotappioksi satotasolla 4.000 kg/ha. Kauralla sadonlisä oli suurimmillaan satotasolla 2.500 kg/ha ja kääntyi negatiiviseksi satotason ylittäessä 5.000 kg/ha. Tällöin ohralla saatiin vielä hieman sadonlisää. Erviön ym. (1991, taulukko 5, s. 203) tutkimuksessa sadonlisä oli suurinta satoluokassa alle 2.000 kg/ha ja aleni jyrkästi satotason kasvaessa.

Ohran, kauran ja vehnän keskisadot ovat nousseet vuoden 1971 noin 2.300 kilon tasosta vuoden 1991 noin 3.000 kiloon (Anon. 1992c). Merkittävinä tekijöinä satotason nousuun ovat olleet kasvinjalostus, viljelytekniikan kehittyminen, lannoitustason kasvu ja sijoituslannoituksen yleistyminen. Ne ovat lisänneet viljojen kilpailuetua rikkakasveihin nähden. Tähän on vaikuttanut myös kauran tuntuva korvautuminen rehuntuotannossa voimakkaamman alkukehityksen omaavalla ohralla.

Alhaisella satotasolla torjunnan ja lannoituksen suhde on toisiaan osittain korvaava tai täydentävä. Lannoitetason noustessa tulee tilalle suhde, jossa torjunta vaikuttaa lannoitusta vastaan. Rikkakasvien ja viljan välinen kilpailu ravinteista loppuu, eikä torjunnalla voida siten parantaa viljan kasvuedellytyksiä.

Viljakasvuston voimistuessa yhä suurempi osuus kasvustoon ruiskutetusta torjunta-aineesta päätyy rikkojen sijasta oraisiin ja vaikuttaa vain satotasoa alentavasti. Vastaava haitta syntyy myös, kun torjunta-aineannosta nostetaan. Tanskasen (1987, s. 45.) mukaan sadonlisä oli sitä suurempi, mitä pienempää herbisidiannosta torjunnassa käytettiin. Kun tallaustappio lisäksi nousee melko suorassa suhteessa satotasoon, on satotason nousu vähentänyt olennaisesti torjunnan kannattavuutta.

Torjunnan heikosta kannattavuudesta ovat kautta 1980-luvun kertoneet epäsuorasti myös torjunta-aineiden biologisen tehokkuuden tarkastuksen tulokset. Keskimääräinen sadonlisäys on eri valmisteilla ollut parin prosentin luokkaa, mikä ei riitä kattamaan keskimääräisiä torjuntakustannuksia. Sadon nousu yli 4.000 kilon hehtaarilla on merkinnyt sadonlisän kääntymistä satotappioksi (Breitenstein 1985).

3.2.3 Muut kustannustekijät

Esillä olleiden kustannustekijöiden lisäksi tulee torjunta-aineiden käytön taloutta selvitettyä ottaa huomioon, että torjunta on yhteydessä viljelykasvin lajikevalintaan. Tanskasen (1987) mukaan viljan puintikosteus oli torjumattomilla aloilla alhaisempi kuin torjutuilla. Syynä tähän on torjumattomien alojen varhaisempi tuleentuminen, minkä havaitsivat myös Mukula ja Köylijärvi (1965).

Rikkakasvien torjunta-aineet aiheuttavat viljakasvustossa hetkellisen kasvun hidastumisen. Kasvuston vioittumisen asteesta riippuen tämä myöhästyttää puintia joistakin vuorokausista pariin viikkoon. Joinakin vuosina tämä tietää sadon arvon tuntuvaan menetykseen ja estää satoisimman lajikkeen käytön.

Torjunta-aineiden käytön talouden tutkimuksia jatkettaessa tulee ottaa mukaan kaikki relevantit hyöty- ja kustannustekijät. Näitä ovat muun muassa

- rikkojen määrä, lajikoostumus ja koko
- satotaso
- lannoitetaso ja lannoitteen laatu; typpeä suosivat rikat rehevöityvät helppoliukoisen typen määrän noustessa
- sadon laatu
- kasvuston rikkaisuuden vaikutus puintiin
- lajikevalinta; ilman torjuntaa kasvukauden tehokkaampi hyväksikäyttö, parempi sato
- lajike-erot kilpailukyvyssä; rehevä- ja nopeakasvuisilla lajikkeilla kilpailuetu rikkoihin nähden
- resistenssi; jatkuva torjunta nopeuttaa resistenssin kehittymistä ja nostaa torjunta-aineen hintaa uusien valmisteiden kehittämiskustannuksina (Wahlström ym. 1992)
- hyödyllisten hyönteisten etu (Chiverton 1988)
- rikkojen vaikutus humus- ja ravinnetaseen kautta satotasoon (Pitkänen 1991 Rekolaisen ym. (1992) mukaan, Puustinen (1992))
- viljelysmaan tiivistyminen (Elonen 1986 Wahlströmin ym. (1992) mukaan)
- torjunta-aineen ja sen rahoituksen kustannus
- torjuntatyön kustannus (palkat, polttoaineet, koneet, laitteet)
- maatilan yleiskustannuksista ja maatalousomaisuudesta torjuntaan kohdistuva osuus (Ala-Mantila 1992)
- vientimaksun tuottajaosuus
- neuvonnasta ja tutkimuksesta aiheutuva, torjunta-aineiden hintaan sisältyvätön kustannus
- viljelijän altistumisriski torjunta-aineille

Sadon arvo tulee valtion- ja kansantalouden tarpeisiin laskea myös eurooppalaisen keskihintatason mukaan, mikä on viljoilla kolmannes suomalaisesta. Vastaava ero on kyllä torjunta-aineidenkin hinnoissa (Kurppa 1992a). Ero valtion erityistukea saavan hukkakauran torjunta-aineen hinnassa on nelinkertainen. Selvänä voidaan pitää, että muun muassa vuotuisen kokonaistymäärän erosta johtuen torjuntatyön kustannus on viljantuotantoon erikoistuneilla tiloilla huomattavasti suurempi kuin sekä viljantuotantoa että karjataloutta harjoittavilla tiloilla.

3.3 Arviot torjunta-aineiden käytön kannattavuudesta

3.3.1 Kannattavuus tuotannonaloittain

Torjunta-ainetuottajille on oman kokeilutoimintansa ja markkinoiden tuntemisen kautta ja kasvinsuojelun tutkijoille on torjunta-aineiden tarkastustoiminnan ja tutkimustyön kautta muodostunut käsitys siitä, mitkä maataloustuotannon alat ovat voimakkaimmin riippuvaisia torjunta-aineiden käytöstä.

Seuraava ryhmittely on laadittu käyttäen asiantuntijana tuotekehityspäällikkö, FK Jussi Hautalaa (1992). Tutkija, dosentti Sirpa Kurppa (1992b) piti ryhmittelyä oikean suuntaisena. Summittaisten pinta-alatietojen lähteenä on käytetty maatalouslaskentaa (Anon. 1991b), Puutarhayritysrekisteriä (Anon. 1991c) ja teosta Suomen maatalous vuonna 1991 (Kettunen 1992). Ryhmittelyn lähtökohtana on ollut ns. tavanmukaisen maatalouden harjoittaminen.

RYHMÄ I Torjunta-aineiden käyttö on tuotannon edellytys. Tuotanto on riippuvainen kaikista torjunta-aineryhmistä, so. rikkakasvien, tuhohyönteisten ja kasvitautien torjunta-aineista. Torjunta vaikuttaa tuotannon määrää ja tuotteen laatua kohottavasti.

TUOTANTOMUOTO	TUOTANTOALA, ha
Avomaan vihannesviljely	7.500
Marjan- ja hedelmänviljely	4.500
Sokerijuurikkaan viljely	32.000
Lasinalaisviljely	500
Taimitarhatuotanto	<u>2.000</u>
YHTEENSÄ	46.500

RYHMÄ II Torjunta-aineiden käyttö ei ole tuotannon edellytys, mutta käytöstä saatava etu on merkittävä. Kaupallinen tuotanto on tyypillisesti sopimustuotantoa. Tuotanto on riippuvainen keskimäärin kahdesta torjunta-aineryhmästä.

Peruna	36.000
Herne	3.500
Öljykasvit	61.000
Leipävilja ja mallasohra	185.500
Muu erikoistarkoitukseen tuotettu vilja ja siemenvilja, pinta-ala sisältyy edelliseen	
YHTEENSÄ	286.000

RYHMÄ III Torjunta-aineista saatava taloudellinen hyöty on vähäinen. Tuotannossa käytetään rikkakasvihävitteitä.

Rehuviljan tuotanto	
YHTEENSÄ	830.000

RYHMÄ IV Torjunta-aineiden käytöstä saatavat hyödyt pieniä. Käyttökerrat rajoittuvat kasvuston perustamiseen ja päättämiseen. Tuotannossa käytetään vain rikkakasvihävitteitä.

Nurmet, viher-, rikkakasvi- ja
avokesannot
YHTEENSÄ

985.000

TUOTANTOALA YHTEENSÄ

2.147.500

Nykykäytännön mukaisen kannattavan torjunnan raja asettunee ryhmän II puoliväliin viljakasvien yläpuolelle. Pinta-alana tämä merkitsee noin 150.000 ha:n vuotuista torjunta-alaa. Raja on kuitenkin hyvin tapaus- ja tuotekohtainen. Kasvinsuojelun osuus viljelykasvien tuottamiseen käytetyistä muuttuvista kustannuksista vaihtelee erittäin paljon viljelytyypeittäin. Pienimmillään se on kasvihuonevihannesten tuotannossa, alle 0.1 %, suurimmillaan mansikalla satovuosina, noin 60 % (Kurppa 1992a).

Ympäristön arvo, ajatellaan sitä yleisen ympäristönsuojelun, lajiensuojelun tai jokamiehen oikeuden kannalta, lisääntyy suhteessa pinta-alaan (ks. Hildén 1989). Torjunta-aineiden käytön vähentäminen ympäristönsuojelullisista syistä ei ole ristiriidassa maatalouden tuotantotavoitteiden kanssa, koska vähentäminen voidaan painottaa ennen muuta niihin tuotantomuotoihin, joissa torjunta-aineiden käytöstä saatava taloudellinen etu on vähäinen tai sitä ei saada lainkaan.

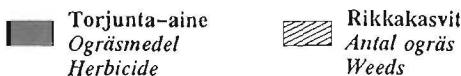
3.3.2 Keskimääräinen kannattavuus

Maatalous on käyttänyt torjunta-aineiden hankintaan keskimäärin 300 miljoonaa markkaa vuodessa viimeisten viiden vuoden aikana (Kettunen 1992, Hynninen ja Blomqvist 1992). Torjunta-aineiden osuudeksi torjunnan maataloudellisesta kokonaiskustannuksesta on muun muassa Erviön (1986), Salosen ja Erviön (1986) ja Kettusen (1992) esittämien lukujen sekä muiden kustannustekijöiden perusteella karkeasti arvioitavissa yksi viidesosa. Tällöin saadaan torjunta-aineiden käytön kokonaiskustannukseksi maataloudelle noin 1.5 miljardia markkaa. On ilmeistä, että tavanmukaisen torjunnan vuoksi siitä kaksi kolmannelle eli yksi miljardi on kustannusta, joka jää satotasosta riippuen osittain tai kokonaan kattamatta. Kun torjunta sadonlisän sijasta johtaa satotappioon, nousee kustannus edelleen.

Lopusta 500 miljoonasta markasta puolet lienee kustannusta, joka ympäristöhaitta huomioonottaenkin on taloudellisesti kannattavaa. Näitä ympäristöhaitasta kertyviä kustannuksia ei sisälly edellä olevaan maataloudelle koituvien kustannusten arvioon. Siihen ei myöskään sisälly niitä kansantalouden maksettavaksi kertyviä kustannuksia, jotka johtuvat torjunta-aineiden valmistuksesta vastaavien työntekijöiden, viljelijöiden ja kuluttajien altistumisesta torjunta-aineille.

Kuvassa 2. on esitetty torjunta-aineiden myynnin ja toisaalta rikkakasvien runsauden kehitys viimeisten kolmen vuosikymmenen ajalta. Torjunta-aineiden myyntiä koskeva aineisto on peräisin lähteistä Markkula ym. (1990) sekä Hynninen ja Blomqvist (1989, 1990, 1991). Rikkakasvimäärien ensimmäinen ja viides arvo ovat Erviön ja Salosen

kannattavuus on loppunut 1970-luvulla.



of the research data presented in the text, negative.

Maatalouden torjunta-aineiden käytön talous on kehittynyt analogisesti fosforilannoituksen talouden kanssa, ja on ympäristön kannalta yhteneväinen typpilannoituksen talouteen (Seuri 1992a). Lannoituksen hyötysuhde on pientenyt ja kääntynyt osin negatiiviseksi samalla kun päästöt ympäristöön ovat voimakkaasti lisääntyneet. Yritystalouden kannalta maatalouden torjunta-aineiden käytöstä muodostuu vastaava kannattamattomuuden kuva, mikä voidaan havaita myös torjunta-aineiden metsätaloustaloutta koskevista tutkimuksista (ks. Lyly 1986, Hovi 1988, Ari ja Rickkinen 1989).

Rikkakasvien torjunta ilman torjunta-aineita on mahdollista tavanomaisessa viljelyssä eivätkä menetelmät silloin juuri poikkea niistä, mitä käytetään luonnonmukaisessa viljelyssä. Luonnonmukaisten kevätilviljelysten rikkakasvien biomassassa oli 1980-luvun puolivälissä noin 500 kg/ha (Mela 1988), kun se tavanomaisen viljelyn tiloilla 1960-luvun alussa oli 1.000 kg/ha (Mukula ym. 1969). Melan (1988) tutkimuksen mukaan rikkakasvit pystytään pitämään hyvin kurissa luonnonmukaisin menetelmin.

Rajala (1982) on luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn vertailussaan päätenyt siihen, että menetelmät ovat yksityistaloudellisesti tasavertaisia. Kansantaloudellisesti torjunta-aineita käyttämätön luonnonmukainen viljely on tavanomaista kannattavampaa. Luonnontalous sekä myös kriisitilanteet huomioonottava kansantalous lisäävät edelleen luonnonmukaisen viljelymenetelmän taloudellista etua.

Torjunta-aineiden käytön taloutta koskevan tutkimuksen heikko taso aiheuttaa erityisesti nykyisessä taloudellisessa tilanteessa vakavia ongelmia niin maatalousyrittäjille kuin valtiolle ja veronmaksajille ja suhdanteista riippumatta ympäristölle. Uusia tutkimustuloksia odotettaessa on aika pukea vanha nyrkkisääntö torjuntakynnyksestä uudestaan ohjeiksi. Vanhan nyrkkisäännön mukaan torjuntakynnys ylittyy, kun kämmenalalla on 5 rikkaa. Tämä vastaa 333:a rikkaa/m² kämmenenalan ollessa 1.5 dm². Erviön ym. (1991) tutkimuksesta vastaavaksi luvuksi saadaan 360 rikkaa, kun torjunnan kustannukset ovat Erviön (1986) mukaisesti 300 mk/ha.

Satotason nousu otetaan huomioon kasvattamalla kynnysarvoa 5 jokaista 2.000 kilon ylittävää hehtaarisatotonnia kohden ylimenevien satotonniin järjestysnumeroiden summalla. Satotasolla 3.000 kg kynnysarvoksi tulee tällöin 6 rikkaa/1.5 dm² eli 400 rikkaa/m², satotasolla 4.000 kg vastaavasti 8 ja 530. Luvut soveltuvat eritoten kauralle (ks. Erviö 1986). Ohraa viljeltäessä kynnysarvoja tulee alentaa viitisen prosenttia ja vehnää viljeltäessä korottaa 20 % (ks. Mukula 1980, s. 10, Breitenstein 1985 ja Seuri 1990, s. 68). Nykyisillä satotaso-odotuksilla torjuntaan kannattaa ryhtyä, kun rikkatiheys ylittää 5 kpl/dm² eli 500 rikkaa neliömetrillä.

Hallinnon, päättäjien, tuottajien, kuluttajien ja ympäristön yhteinen etu edellyttää, että torjunta-aineiden käytön talous selvitetään yhdessä ja erikseen maatilatalouden, kansantalouden ja ympäristötalouden kannalta. Rationaalinen päätöksenteko edellyttää valintaa vaihtoehtoista, joten myös luomuviljelyn talous tulee selvittää. Yritystalouden etu on pitkällä aikavälillä yhteneväinen ympäristön etuun, tai käänteisesti, ekonominen haitta on ekologinen haitta.

4 TORJUNTA-AINEIDEN EKOLOGISET VAIKUTUKSET

4.1 Torjunta-aineet peltoekosysteemissä

Torjunta-aineita käytetään pelloilla kasvintuhoojina ja niiden rekisteröinnin ehtona on hyvä biologinen tehokkuus. Epäilemättä ne myös toimivat tarkoitustaan vastaavalla tavalla tuhoamalla haitallisiksi koettuja kasveja, eläimiä ja taudinaiheuttajia.

Pitkään jatkunut torjunta-aineiden runsas käyttö on viime vuosikymmenet köyhdyttänyt kasvi- ja eläinkuntaa. Unohtamatta koko ravintoketjun kattaneita ympäristövaikutuksia, joita peltoviljelystä on aiheutunut ja aiheutuu edelleen muun muassa kertyvien organokloorien ja muiden eliömyrkyllisten torjunta-aineiden käytön seurauksena, on nykyisten torjunta-aineiden ympäristöä köyhdyttävä vaikutus

todellinen uhka ympäristölle. Ns. Punainen kirja (Anon. 1992d) kertoo, että lajien uhanalaistuminen on voimakkainta juuri niillä kulttuurialueilla, joille torjunta-aineet huolellisestakin käytöstä riippumatta kulkeutuvat.

Maata voidaan viljellä luonnonmukaisesti, ja sen on lisäksi todettu oleva kansantaloudellisesti perustellumpaa kuin tavanomaisen viljelyn (Rajala 1982). Tätä taustaa vasten tarkasteltuna asettuu kulttuuriympäristöjen eliölajien voimakkaasi havaitun uhanalaistumisen (Anon. 1992d) nykyinen hyväksyttävyyss outoon valoon.

Torjunta-aineiden ympäristövaikutuksia peltoekosysteemiin on Suomessa tarkasteltu lähinnä karjatalouden sisältävän vuoroviljelyn ja toisaalta tehomaatalouden nimellä tunnetun tuotantotavan vaikutusten eroina. Uusina tutkimusaiheina on virinnyt luonnonmukaisen tuotannon maiden eloyhteisöjen vertaaminen tavanomaisesti viljeltyjen maiden yhteisöihin sekä tuhohyönteisten ja niiden luontaisten vihollisten yhteyden selvittäminen mahdollisena kemiallisen torjunnan vaihtoehtona.

Torjunta-aineiden vaikutukset ekosysteemiin ovat usein synergisiä; aineet vaikuttavat kerrantaen muiden muutostekijöiden vaikutusta. Tutkimuksellisesti torjunta-aineiden vaikutusten todentaminen on siten vaikeaa. Esimerkiksi naurulokkikantojen romahtaminen Lounais-Suomen viljantuotantoalueilla aiheutuu ilmeisimmin lокkien ravinnokseen käyttämien kastematojen kantojen romahtamisesta. Tämä taas johtuu peltomaan orgaanisen aineisen vähentymisestä. Se johtaa maaperän tiivistymiseen ja altistumiseen eroosiolle. Yksi keskeinen syy havaittuun kehitykseen lienee rikkakasvien torjunta-aineiden käyttö. Sen osoittaminen tieteen keinoin on kuitenkin hankalaa, joskin jo myöhäistäkin.

Elävää maaseutua, toisaalta sen korvaamattomien luonnon- ja kulttuuriarvojen, toisaalta sen monimuotoisuutta muun muassa torjunta-aineiden käytön vuoksi uhkaavien vaarojen kuten uhanalaisten lajien säilymisen kannalta on tutkimuksellisia puutteita korvaten osuvasti kuvattu ympäristönsuojelun täydennyskoulutukseen tuotetussa Maatalous ja uhanalainen luonto -julkaisussa (Lappalainen ja Heikkinen 1990).

4.1.1 Kasvit

Viljelymaiden kasvilajiston esiintymistä torjunta-aineiden yleisimmän käytön kohteilla eli kevätiljapelloilla selvitettiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa vuosina 1962–64 ja 1982–83. Rikkakasvien lukumäärä ja massa oli jälkimmäisenä ajankohtana kahta kolmannesta pienempi kuin edellisenä. Lajistossa ei ollut tapahtunut torjunnasta johtuvaa muutosta; fenoksiherbisideille arat lajit olivat edelleen vallitsevia (Erviö ja Salonen 1987).

Monien syiden kuten kuivatuksen, ojituksen ja kalkituksen osoitettiin vaikuttaneen rikkakasvuston määrällisiin muutoksiin. Jatkuvan torjunta-aineiden käytön osoitettiin vaikuttaneen vain mataroiden lukumäärää pienentävästi (Erviö ja Salonen 1987). Vastaavan tyyppisiä, joskin myös fenoksiherbisidien kasvilajistoa muuttaneita vaikutuksia ovat kuvanneet Kallio-Mannila (1986) ja Kallio-Mannila ym. (1985). Yleistorjunta-aineita hyvin sietävien kasvien yleistyminen kemiallisen torjunnan seurauksena on tunnettua. Esimerkkinä näistä on luohon yleistyminen (Erviö 1991).

Pyrkiessään selvittämään torjunta-aineiden vaikutuksia torjunta-aineiden varsinaisen käyttökohteen ulkopuoliseen kasvillisuuteen totesivat de Jong ym. (1991), ettei aihetta

koskevia tutkimuksia juurikaan ole. Näin siitä huolimatta, että arviolta kolmannes pelloilla käytetyistä torjunta-aineista kulkeutuu tutkijoiden mukaan pellon lähialueille.

4.1.2 Linnut

Perunan-, sokerijuurikkaan- ja viljanviljelyn vallitsemilla alueilla osoittautui kottaraisten poikaskuolleisuus (70–80 %) huomattavasti korkeammaksi kuin alueilla, joilla harjoitettiin myös karjataloutta tai alueella, joka sijaitsi omakotivaltaisella asuntoalueella (kuolleisuus-% 10–30). Perunaa ja sokerijuurikasta viljeltäessä käytetään torjunta-aineita hehtaarikohtaisesti enemmän kuin peltoviljelyssä keskimäärin. Maatalouden muutoksen katsottiin selittävän "vähintäänkin suuren osan" kottaraisten vähenemisestä Suomessa (Tiainen ym. 1989). Jatkotutkimuksessa päädyttiin siihen, että maatalouden muutos Etelä-Suomessa heijastuu kottaraistipopulaatioiden pienenemisenä myös pohjoisemmilla karjatalousvaltaisilla alueilla (Solonen ym. 1991).

Vast'ikään on käynnistynyt kaksi tutkimushanketta, joissa kenttätutkimuksin selvitetään torjunta-aineiden ja eri viljelytekniikkojen epäsuoria vaikutuksia peltolinnustoon (Turtola 1991, 1992a). Tutkimusten hypoteesi pohjautuu muun muassa teoksessa "Population trends in British breeding birds", Marchant ym. (1990), esitettyihin indekseihin, joiden mukaan viljelyksille haitattoman peltolinnuston populaatiokoot ovat jatkuvasti laskevia, haitallisten nousevia.

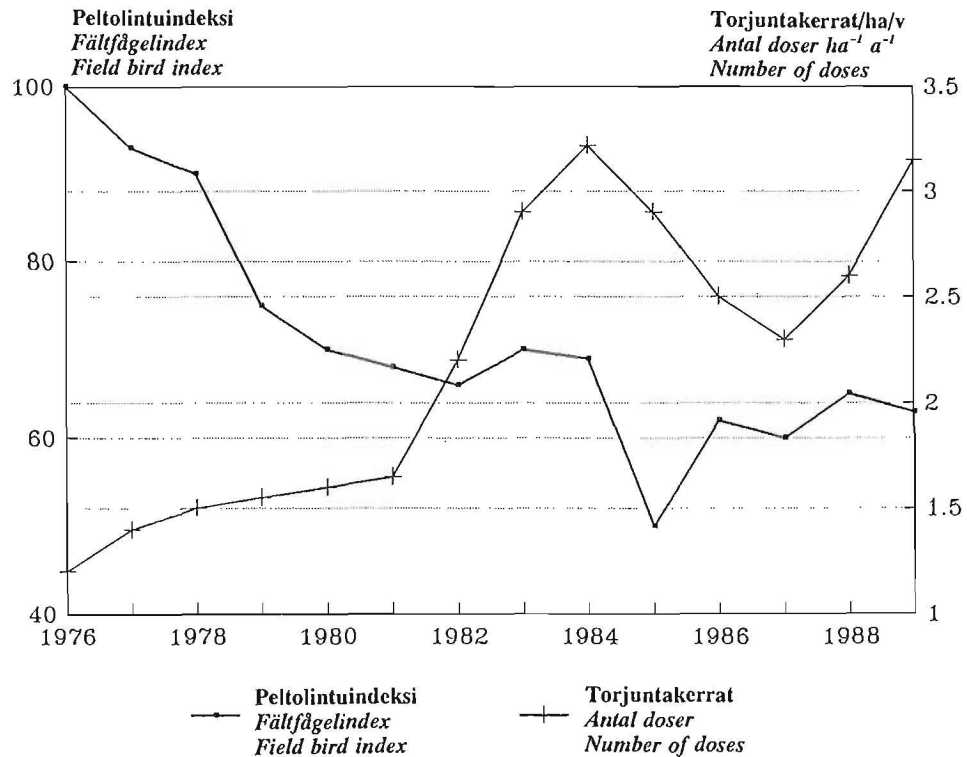
Ensimmäisten tulosten mukaan nykytyyppinen torjunta-aineiden käyttö vaikeuttaa ilmeisesti merkittävästi peltopyypokueiden ravinnonsaantia (Turtola 1992a). Ruokailualueiden koko on kymmenkertainen verrattuna tilanteeseen, jossa torjunta-aineita ei käytetä. Tämä johtaa heikentyneeseen energiataseeseen ja sitä kautta poikaskuolleisuuden kasvuun.

Maatalouden tutkimuskeskuksessa on käynnistynyt eri torjunta-aineiden vaikutuksia haitattomiin eliöihin –petohyönteiset, peltopyy – koskevia tutkimuksia. Tuloksia niistä ei vielä ole ymmärrettävästi käytettävissä. Ulkomailla tehdyistä tutkimuksista soveltusarvoa Suomen olosuhteisiin omaavat muun muassa Morebyn ja Potts'in (1985) sekä Potts'in (1986) esittämät tulokset.

Moreby ja Potts (1985) havaitsivat, että peltopyyn poikastuotolla mitattu pesimätulos oli lähes kaksinkertainen pelloilla, joilla ei käytetty hyönteismyrkkyjä. Pesimätulos korreloi voimakkaan positiivisesti hyönteisten määrään. Potts (1986) on myös useista maista kerätyillä, koko noin 50-vuotisen torjunta-aineiden käyttöajan kattavilla aineistolla kyennyt kytkemään herbisidien käytön ja peltopyyn poikaskuolleisuuden toisiinsa. Esimerkiksi vuosina, jolloin Puolassa toimitusvaikeuksien vuoksi torjunta-aineita ei ollut saatavilla, poikaskuolleisuus oli vähäinen vastaten torjunta-aineiden käyttöä edeltänyttä aikaa. Kun torjunta-aineita taas sai, poikaskuolleisuus nousi voimakkaasti.

Potts (1986) esittelee kirjassaan "The Partridge; Pesticides, Predation and Conservation" koko joukon muitakin vastaavantyyppisiä omia ja muiden tutkijoiden tuloksia parin viime vuosikymmenen ajalta. Kapeillakin (4–6 m) torjumatta jätetyillä kaistoilla voitiin poikaskuolleisuutta vähentää jopa puoleen. Haitallisinta taas oli, kun pelloilla käytettiin sekä hyönteis- että kasvimyrkkyjä. Yhdessä ne toimivat lintumyrkkyinä näännyttäen poikueet ravinnon puutteeseen.

Tanskan ympäristöviranomaiset ovat visualisoineet torjunta-aineiden käyttökertojen vaikutuksia peltolinnustoon kahdella diagrammilla (Kuva 3.). Kun torjunta-aineiden käyttö kasvaa, niin peltolintuindeksi pienenee. Ajanjaksoon 1976–1990 kuuluu myös 1980-luvun puoliväliin (1984–1987) kausi, jolloin torjunta-aineiden käyttökerrat vähenivät. Tuolloin lintuindeksi kasvoi (Anon. 1991d).



Kuva 3. Torjunta-aineiden käyttökertojen ja peltolinnuston indeksiarvon suhde Tanskan ympäristöministeriön mukaan (Anon. 1991d). Bild 3. Förhållandet mellan antal bekämpningsmedelsdoser och fältfågelindex enligt Danmarks miljöministerium (Anon. 1991d). Figure 3. Ratio between the number of pesticide doses and the field bird index according to the Danish Ministry of Environment (Anon. 1991d).

4.1.3 Hyönteiset, lierot ja mikro-organismit

Tutkittaessa eri viljelytapojen vaikutuksia petohyönteisiin kuuluvien maakiitäjäisten esiintymiseen havaittiin, että luomupelloilla lajeja esiintyy runsaammin ja suurempina populaatioina kuin tavanomaisesti viljellyillä pelloilla. Sokerijuurikas- ja perunaviljelyksillä kiitäjäisiä on alku- ja keskikesällä tuntuvasti vähemmän kuin nurmilla tai viljapelloilla. Loppukesällä erityisesti sokerijuurikasmailla kiitäjäiskannat nousivat (Tiainen ja Tukia 1992, Tukia ja Tiainen 1992). Torjunta-aineiden runsaan käytön katsottiin ainakin osittain selittävän juurikas- ja perunaviljelysten kiitäjäislajiston ja -yksilömäärän pienuutta.

Maatalouden tutkimuskeskuksessa tutkittiin vuosina 1986–1989 makroskooppisten maaperäeläinten merkitystä peltoviljelyssä (Markkula ja Nuutinen 1990). Tutkimuksen päätuloksena esitettiin lierojen lisääntyvän siirryttäessä aurattomaan viljelyyn. Suurimmat lierotiheydet havaittiin luonnonmukaisessa, torjunta-aineita käyttämättö-

mässä viljelykierrossa. Muokkaamattomilla avokesannoilla lieroja oli kahdeksankertaisesti muokattuihin verrattuna. Tämä korreloi positiivisesti veden imeytymisnopeuteen.

Lierohavainnot tukivat suositusta viherkesantojen käytöstä. Herukka- ja mansikka-viljelmillä rivivälien nurmikat osoittautui lierojen kannalta hyväksi. Fungisidien eli kasvitautien torjunta-aineiden käyttö osoittautui lieroille välittömästi haitalliseksi. Biologiseen torjuntakäyttöön suunnitellut hyönteispatologiset sienet tai hyönteisparasiittinen nematodi eivät vaikuttaneet peltolieron munakoteloiden kuoriutuvuuteen (Markkula ja Nuutinen 1990).

Tutkittaessa torjunta-aineiden vaikutusta sokerijuurikasviljelmien maaperän mikro-organismien lukumäärään ja toimintaan esiintyi tilastollisia eroja eri käsittelyjen – mekaanisesti rikattomana pidetty kontrolli sekä normaali- ja puolitoistakertaisina annoksina käytetyt torjunta-aineet – välillä ureolyyttisten mikro-organismien ja maaperän dehydrogenaasiaktiivisuuden suhteen (Heinonen-Tanski ym. 1989). Kontrollialat olivat juurikastuotannossa olleita alueita, joilla koetta edeltäneenä vuonna oli käytetty torjunta-aineita normaalin käytännön mukaisesti (Silvo suullisesti 19.8.1992).

4.2 Torjunta-aineet vesistöissä

Kanadassa tehdyn selvityksen mukaan maataloudessa käytettävistä vesien mukana vesistöön päätyneistä torjunta-aineista kulkeutuu vesistöihin pintavalumana 60 %, salaojien kautta 18 % ja huolimattoman käsittelyn seurauksena 22 % (Frank ym. 1982, Kreugerin (1991) mukaan). Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan vesistöön ajautuneista torjunta-aineista 63–75 % oli laadultaan herbisidejä, 20–26 % insektisidejä ja 5–11 % fungisidejä. Määrällisesti eniten löytyi fenoksihappoja. Niiden osuus oli 63 % torjunta-ainejäämien kokonaismäärästä (Åkterblom ym. 1990, Åkterblom 1991, kummatkin Kreugerin (1991) mukaan).

Korkein fenoksihappopitoisuus oli 25 µg/l. Se mitattiin ruiskutuskaudella pienehköstä vesistöstä. Ruiskutuskauden ulkopuolella pitoisuudet olivat yleensä alle 1 µg/l. Kun pellon osuus valuma-alueesta oli 65 %, vesinäytteistä 70 % sisälsi torjunta-ainejäämiä. Pellon osuuden pienentyessä 40 %:iin laski jäämiä sisältävien näytteiden osuus 45 %:iin (Kreuger 1991). Rekolaisen ym. (1988) ja Hirven ym. (1992) tulokset ovat varsin saman suuntaisia.

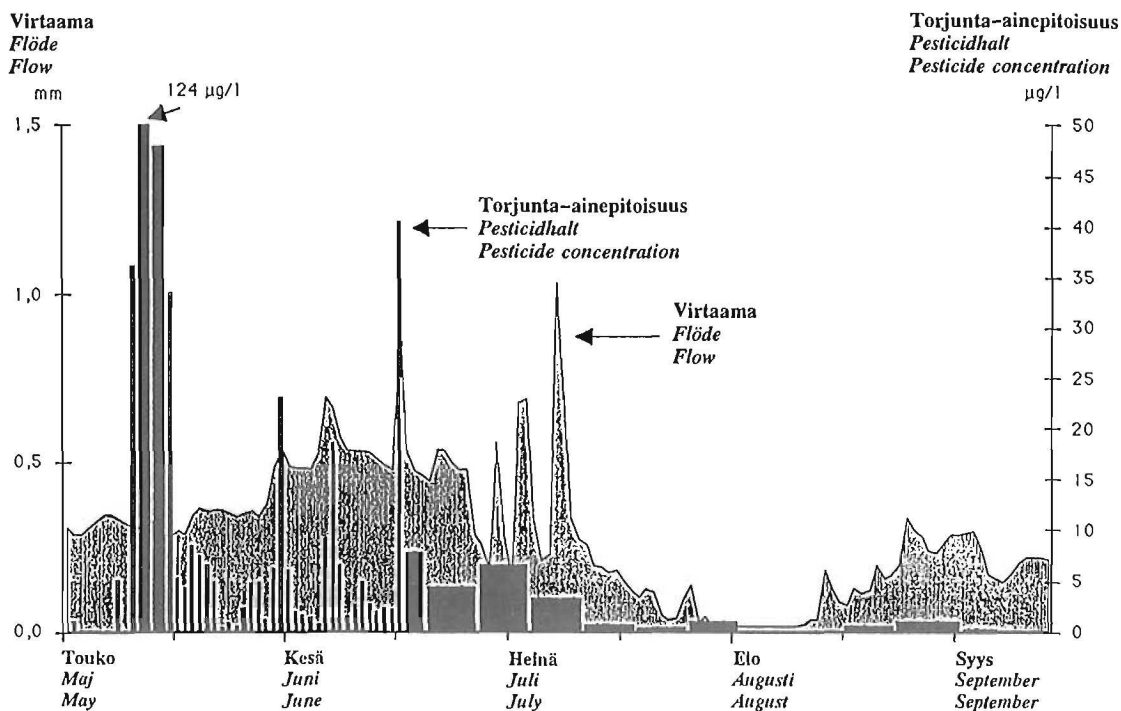
Ruotsissa on painotettu 1980-luvun torjunta-aineiden esiintymiskartoituksista pienen valuma-alueen intensiivitutkimukseen, koska tällöin voidaan selvittää torjunta-aineiden kulkeutumista kiinteässä suhteessa niiden käyttöön. Seuraavassa on esitelty kyseistä tutkimusta ja sen ensimmäisiä tuloksia (Kreuger 1991).

Tutkimusalueen koko on 900 ha, josta peltoa 95 %. Alueella on 36 viljelijää ja lähes 60 muuta taloutta, joista osa vapaa-ajan asuntoja. Muissa kuin maatalouksissa torjunta-aineita käytetään vain satunnaisesti. Satunnaiskäyttäjien osuus on alle 10 % talouksista. Alueen maanviljelijät yhtä lukuunottamatta ovat yhteistyössä tutkimuksen tekijöiden kanssa.

Puolet maatalouden käyttämistä torjunta-aineista levitetään testatuin ruiskuvin. Vuonna 1990 käytetyistä torjunta-aineista 85 % oli herbisidejä, 11 % fungisidejä ja 4 % insektisidejä. Käytetyistä torjunta-aineista 85 % sisältäen 40 eri tehoainetta, oli tutki-

muksen kannalta analysointikelpoisia. Pienannosherbisidien analysointi osoittautui liian kalliiksi.

Valuma-alueelta poisvirtaavan veden torjunta-ainepitoisuudet vaihtelivat vuoro-kausikeskiarvoina mitattuina hyvin voimakkaasti. Runsaimman torjunta-aineiden käytön aikaan toukokuussa pitoisuudet eivät korreloineet ulosvirtaaman määrään. Tämä kertoo torjunta-aikaisen ilmakulkeuman merkittävydestä. Myöhemmin riippuvuutta esiintyi. Suurin mitattu vuorokausipitoisuus oli 124 µg/l, ja samaan ajankohtaan sattui viikon jakso, jolloin torjunta-ainepitoisuuksien keskiarvo oli yli 50 µg/l, kun kesäkuukausien keskiarvo oli alle 5 µg/l (Kuva 4.).



Kuva 4. Torjunta-ainepitoisuudet suhteessa virtaamaan Kreugerin (1991) tutkimuksessa. Bild 4. Halterna av bekämpningsmedel i förhållande till flödet i Kreugers (1991) undersökning. Figure 4. Pesticide concentrations in proportion to the flow according to Kreuger (1991).

Käytetyistä fenoksiherbisideistä poistui alueelta vesistön kautta 0,1–0,2 %, bentatsonista vastaavasti 0.7 %. MCPA:n, diklorpropin ja bentatsonin vuotuiset keskipitoisuudet ulosvirtaamassa olivat luokkaa 1 µg/l, maksimiarvot vastaavasti 40, 20 ja 10 µg/l. EY:n ohjearvo näiden torjunta-aineiden pitoisuudelle talousvedessä on 0,1 µg/l. Fytotoksiset, viljelykasveja vioittavat vaikutukset kasvillisuuteen alkavat ilmetä pitoisuuksilla 2–10 µg/l (Solyom 1986 Kreugerin (1991) mukaan). Tutkimusohjelmaan kuuluvista sedimenttinäytteistä tavattiin kolmea torjunta-ainetta. Kahta niistä, insektisidi fenvaleraattia ja fungisidi propikonatsolia, ei tavattu lainkaan vesinäytteistä.

Torjunta-aineiden vesistövaikutuksista tunnetaan parhaiten akuutit vaikutukset kuten kalakuolemat. Toinen helposti havaittava ilmiö on erilaisten sairauksien esiintyminen. Kolmantena vaikutuksena mainitaan vesieliöiden lajiston ja kannan muutokset. Akuutteja myrkyvaikutuksia lukuun ottamatta torjunta-aineet vaikuttavat niin yhdessä keskenään kuin synergistisesti muiden yhdisteiden kanssa (deNoyelles ym. Kreugerin

(1991) mukaan). Veden ravinteisuus, lämpötila, sameus, pH ja suolapitoisuus ovat esimerkkejä niistä tekijöistä, jotka muuttuessaan muuttavat myös torjunta-aineiden vaikutuksen voimakkuutta (Bowmer 1987 Kreugerin (1991) mukaan).

Yllä kuvattu tutkimus lienee aikanaan antamiensa tulosten kannalta Suomeakin ajatellen varsin keskeinen. Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitos on tutkimukseen kiinteässä yhteydessä. 1980-luvulla tehtyjen tutkimusten tulosten vertaaminen nyt aloitettuun kuvaa selkeästi, että mitä pienempään vesistön osaan tutkimus kohdistuu, sitä suurempia torjunta-ainepitoisuudet ovat.

Ero 1980- ja 1990-luvulla mitatuissa pitoisuuksissa on kertaluokan suuruinen. Tämä johtuu näytteenottopaikan muuttumisesta lähemmäs torjunta-aineiden käyttökohteita. Erityisesti tarvittaisiin tietoa siitä, millaisina pitoisuuksina torjunta-aineita on ruiskutusaikaan suoraan vesistöön virtaavissa avo-ojissa. Niitä koskevia tuloksia ei ole vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen tiedossa (Hirvi 16. ja 30.3.1992, Kallio 19.3.1992 suullisesti). On kuitenkin oletettavaa, että torjunta-ainepitoisuuksien huippuarvot tällöin asettuisivat taas kertaluokkaa korkeammalle, 500–1.000 µg/l tasolle.

Pohjoismaissa käytettävien torjunta-aineiden eri pitoisuuksien akuutteja ja pidempi-kestoisia vaikutuksia leviin, eläinplanktoniin, vesihyönteisiin ja taimeniin on kuvattu Norjassa vuonna 1988 käynnistyneen maatalouspestisidien vaikutuksia selvittävän tutkimushankkeen väliraportissa (Aanes 1992). Erot eri valmisteiden eliöryhmäkohtaisissa vaikutuksissa olivat odotetusti suuria. Vaikutusten todettiin ilmenevän jo niillä torjunta-ainepitoisuuksilla, joita on todettu jokivesissä eli pitoisuuksilla 0.1–20 µg/l. Kaikilla tutkituilla torjunta-aineryhmillä oli tuntuva vaikutus johonkin eliöryhmään, joten käyttötarkoituksesta riippumatta kaikkien torjunta-aineiden vesistöön joutumista on pidettävä ympäristöriskinä.

5 YMPÄRISTÖRISKIN JA SEN VÄHENTÄMISMAHDOLLI-SUUKSIEN ARVIOINTI

5.1 Johdanto

Ympäristövaikutusten arviointi kattaa luonnontaloudellisten vaikutusten ohella kulttuuriset, psykologiset, sosiaaliset, taloudelliset ja tekniset seikat ja niiden vuoro-vaikutuksen (ks. Leskinen ym. 1991), näin myös torjunta-aineiden vaikutusten arviointi. Tässä arvioinnissa rajoitutaan vain torjunta-aineiden maatalouskäytöstä aiheutuvan ympäristöhaitan suuruuden kohteittaiseen arvottamiseen tarkoituksena arvioida haitallisten vaikutusten lieventämisen optimointia mahdollisia suojelutoimia ajatellen.

Torjunta-aineiden kulkeutuminen vesistöön ja muuhun ympäröivään luontoon johtuu monista tekijöistä kuten käytettävästä torjunta-aineesta, ilmastosta, maaperästä ja maankäyttömuodosta (Torstensson 1992). Torjunta-aineiden haitallisuuden ja käyttö-riskien pienentäminen edellyttää ensi vaiheessa torjunta-aineiden käyttö- ja kulkeutumiskohteiden ympäristöarvojen arvottamista sen mukaan, missä torjunta-aineiden käytön vähentäminen johtaa parhaaseen vesien- ja ympäristönsuojelulliseen lopputulokseen. Toinen vaihe on riskien ja haittojen vähentämiskeinojen ja niiden mukaisten toimenpiteiden etsintä.

Maatalouden käytössä olevan maan eri osa-alueiden ympäristönsuojelulliset arvot poikkeavat toisistaan tuntuvasti. Kyseinen kulttuurimaiseman osa voi vesien- ja ympäristönsuojelun tavoitteet laajasti huomioon ottaen nykyistä paremmin, kun torjunta-aineita käytetään rajoitetuimmin alueilla, joiden kohdearvo luonnon kannalta on suuri ja toisaalta alueilla, joilta torjunta-aineiden kulkeutumisriski edellä tarkoitetuille kohteille on korkea. Tässä riskillä tarkoitetaan epävarmaa tilannetta, jossa osaa toiminnan mahdollisista seurauksista ei toivota (ks. Hildén 1989, s. 2).

Kulkeutumisriskiä arvioitiin Torstenssonin (1992) raportin pohjalta yhteistyössä vesi- ja ympäristöhallituksen ja Helsingin yliopiston tutkijoiden kanssa sekä viitteinä mainittujen artikkelien avulla. Maatalousympäristön eri osien arvoa määritettiin haastattemalla muun muassa Juha Tiaista (1992) Helsingin yliopiston eläinekologian laitokselta ja Timo Myllyvirtaa (1992) Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistyksestä. Maatalouden ympäristönsuojelukäytännön asiantuntijana toimi Jokioisten kartanoitten viljelypäälikkö Ari Turtola (1992b) Maatalouden tutkimuskeskuksesta. Hänen kanssaan laadittiin edellisten arviointien yhdistelmänä kohteen arvo ja kulkeutumisriski huomioon ottavaa haittojen vähentämistä ja monimuotoisuuden säilyttämistä koskeva toimintamallia.

Asiantuntijamenetelmään päädyttiin, koska se on suhteellisen nopea ja edullinen. Ennen muuta menetelmällä voidaan kohdearvon määrittämisessä ottaa huomioon niin runsaasti eri tyyppisiä muuttujia, että vastaavan tiedon tuottaminen biometrisillä mittauksilla samaan arvioinnin laatuun pyrittäessä on vain teoriassa mahdollista.

5.2 Kulkeutumisriski

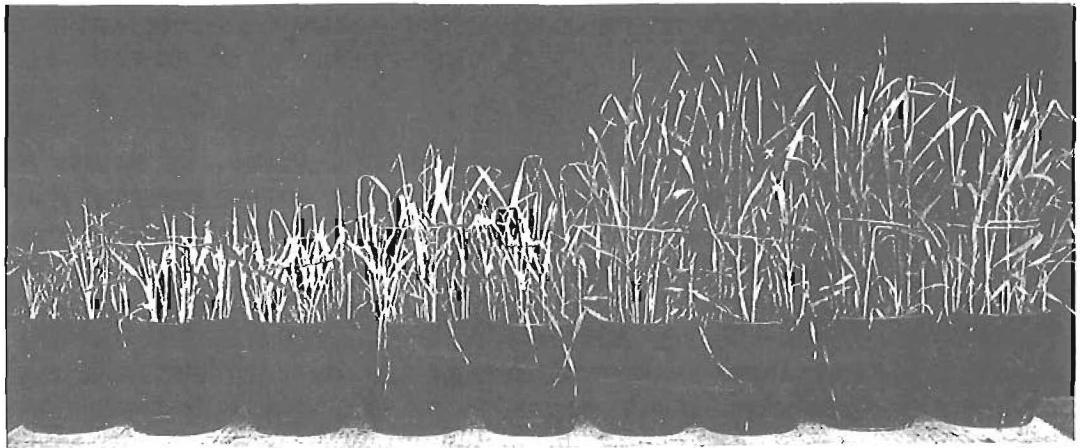
Maybank'in ym. (1974), Nordbyn ja Skuterudin (1975), Permin'in ja Odgaard'in (1989) ja de Jong'in ym. (1991) tutkimusten, Naturvårdsverketin oppaan (Anon. 1990b) sekä Lavosen (1990), Karlssonin (1990) ja Rekolaisen ym. (1988) ja artikkelien perusteella on mahdollista, että tietyllä kohteella käytetystä torjunta-aineista kulkeutuu ruiskutusalueen terrestrisiin reunaekosysteemeihin ja vesiin tuulen voimakkuudesta, ruiskutuspuomin korkeudesta, ruiskutusaineesta ja pisarakoosta sekä valumaolosuhteista riippuen kahdesta neljäänkymmeneenviiteen prosenttiin. Lavosen (1992) mukaan järkevällä nykytekniikan käytöllä kulkeuman osuus jää alle kuuden prosentin, mutta on käytännössä tuntuvasti suurempi.

Kulkeuman jakautumiseen reunaekosysteemeihin vaikuttavat ilman virtaus ja reuna-ekosysteemin vertikaalinen muoto ja peittävyys. Mitä kauempana reuna-alueesta torjunta-ainetta ruiskutetaan, sitä suurempi osuus kulkeutumasta jää torjunta-alueelle. Lähin 10 metriä ruiskutuspuomin ulkoreunasta vastaanottaa keskimäärin puolet pisarakulkeumasta, minkä jälkeen laskeuman määrä hidastuu jyrkästi.

Ruotsalaistutkija Hans Hagenvallin mukaan absoluuttista turvaetäisyyden rajaa ei voida osoittaa (Lavonen 1992). Tätä tukevat muun muassa ruotsalaiset mittaustulokset, joiden mukaan Ruotsissa kiellyttyä lindaania ja DDT:tä kulkeutuu tuulten mukana jatkuvasti koko maan alueelle pitoisuuksien vaihdellessa välillä 0.1–3 µg neliömetriä kohden kuukaudessa (Karlsson 1990). Saman lähteen mukaan herbisiditutkija Torstensson otaksuu, että tuulen merkitys torjunta-aineiden kulkeutumisessa on suurempi kuin nykyisin yleisesti käsitetään ja toteaa, että torjunta-aineiden kulkeutuminen tunnetaan varsin puutteellisesti.

Torstensonin kumpikin käsitys saa tukea tutkimuksesta, jolla pyrittiin selvittämään neljän Hollannissa yleisimmin maataloudessa käytetyn torjunta-aineen leviämistä ja pitoisuutta ilmassa sekä märkä- ja kuivalaskeuman vaikutuksia torjunta-alueen ulkopuoliseen kasvillisuuteen, mykoritsasieniin ja vesieliöihin. Käytettyjen laskentamallien tuloksena oli, että torjunta-aineita kulkeutuu vaikuttavina pitoisuuksina torjunta-aloilta valmisteesta riippuen 50 metristä yli 500 metrin etäisyydelle (de Jong ym. 1991).

Erityistä huomiota tutkijat kiinnittivät siihen, kuinka vähän tutkimustietoa on olemassa torjunta-aineiden vaikutuksista torjunta-alueiden ulkopuolisiin ekosysteemeihin, vaikka Hollannissa vuosittain käytettävästä 22 miljoonan kilon torjunta-aineiden tehoainemäärästä 9 miljoonan kilon laskettiin kulkeutuvan käsittelyalojen ulkopuolelle ja torjunta-aineiden vaikutukseton arvo joillekin kasvilajeille on vain promillen luokkaa torjunta-aineille suositeltavasta käyttömäärästä (de Jong ym. 1991). Torjunta-alueelta välittömästi ruiskutuksen yhteydessä tapahtuvan kulkeuman vaikutuksia on esitetty kuvassa 5.



1.0	2.5	5.0	10	25	50	75	100	150	m
71	64	59	45	25	6	5	4	1	%

Kuva 5. Juolavehnän torjunta-aineen kulkeuman vaikutus visualisoituu viljelykasvilla (Nordby ja Skuterud 1974). Ylärivillä ohrakasvuston etäisyys ruiskupuomin päästä ja alarivillä kasvun väheneminen kulkeumalta suojattuun kontrolliin verrattuna puomikorkeuden ollessa 40 cm ja ruiskutuspaineen 10 baaria. Bild 5. Avdriften för ett bekämpningsmedel mot kvickrot visualiserar för odlingsväxter (Nordby och Skuterud 1974). På övre raden kornväxternas avstånd från besprutningsbommen och på nedre raden minskningen i tillväxt jämfört med en kontroll skyddad för avdrift då bomhöjden var 40 cm och besprutningstrycket 10 bar. Figure 5. Damages from drift visualised on barley (Nordby and Skuterud 1974). The upper row shows the distance of pots from the spray boom. The lower row shows the reduction in growth compared to the control. Boom height 40 cm, spray pressure 10 bars.

Ruotsissa torjunta-aineruiskutuksille asetettu 25 metrin suojavyöhykeraja ruiskutusalueen reunasta viljelyksen reunaan (Branschfacka 1992) vaikuttaa tuulikulkeuman kannalta varsin perustellulta. Meillä peltokuvioiden pienuus vaikuttaa kulkeumaan siten, että tuntuvasti suurempi osa torjunta-aineesta päättyy muualle kuin torjunta-

alueelle verrattuna esimerkiksi Skoonen tilanteeseen. Toisaalta kyseinen pienuus vaikuttaa myös siihen, millainen suojavyöhykeraja käytännössä on mahdollinen. Kulkeuman määrä ei pieniltä torjuntakohteilta myöskään nouse suureksi.

De Jongin ym. (1991) laskelmaa Suomeen sovellettaessa kulkeuman osuus juuri peltokuvioiden pienuudesta johtuen nousee kolmannekseen käytetystä torjunta-aineesta. Hollannissa vastaava arvio on 20–40 %. Siellä käytetyistä torjunta-aineista osa kulkeutuu keskimääräistä herkemmin ilmassa (de Jong 1991).

Torjunta-aineiden kulkeuman vaikutusmerkityskuvan kokoamiseen liittyvät olennaisesti myös havainnot, joiden mukaan tietyille maataloudessa käytetyille torjunta-aineille on tyypillistä niiden esiintyminen useita tuhansia kertoja väkevämpinä pitoisuuksina sumussa kuin mitä sadevesipitoisuuksien mittaustuloksista voisi päätellä (Glötfelty ym. 1987).

Merkitykseltään toistaiseksi melko tuntemattoman, arvaamattoman osansa torjunta-aineiden kulkeutumisen ja siitä seuraavien ekologisten vaikutusten ongelmatiikkaan tuovat tutkimustulokset, jotka osoittavat teollisuusperäisten, alhaisen myrkyllisyyden omaavien kloorattujen hiilivetyjen muodostavan ilmakehässä hapen ja valon yhteisvaikutuksesta maa- ja metsätaloudessa torjunta-aineena käytettyä trikloorifenoksietikkahappoa. Näin syntyneitä yhdisteitä on eristetty vaikuttavina pitoisuuksina muun muassa Keski-Euroopan metsäalueilta (Frank 1990). Torjunta-aineiden ekologisten vaikutusten tutkimuksen onkin vastaisuudessa otettava huomioon ne yhteisvaikutukset, joita torjunta-aineet aiheuttavat yhdessä muiden ympäristöhaittojen kanssa.

5.3 Torjunta-aineille altistuvien ekosysteemien arvot ja haittojen vähentäminen

5.3.1 Reunaekosysteemien arvot ja suojelu

Fogelstam ja Göransson (1987, Anon.:n (1990b) mukaan) ovat arvottaneet torjunta-aineiden käyttöön liittyviä ympäristöjä lintulajien ja hyönteismäärän mukaan. Muita arvottamisen neuvoja ovat selkärangaslajisto ja maaperän selkärangattomat sekä kasvit. Koska näillä kaikilla on keskinäinen riippuvuus, ei uuden eliöryhmän mukaanottaminen vaikuta enää ratkaisevasti tietyn ympäristön osan suhteelliseen arvoon. Kolmen eliöryhmän mukaan laskien ja määräämällä viljelysmaaeosysteemin indeksiksi yksi, saavat Fogelstamin ja Göranssonin (Anon. 1990b) käyttämät biotoopit seuraavat fraktaalaisesti nousevat arvot: pellon piennar 3, lehtimetsäsaareke 14 ja veden ja lehtimetsän muodostama reunavyöhyke 33.

Pienimuotoisia reunaekosysteemejä ovat viljelykseltä alkavat raviinit ja huippuvalumaa johtavat ojat. Ne muodostavat nauhamaista habitaattia, jonka keskeisin ekologinen merkitys on toimia kasvilajien suojapaikkana ja hyönteispopulaatioiden suoja- ja osin ravintopaikkana. Niillä on myös merkitystä sammakkoeläimille ja linnuille suoja- ja lisääntymispaikkoina. Terrestrisen ympäristön lineaarisia habitaatteja ovat eri tyyppiset pientareet, laitteet ja tienvarret.

Viljelysten kannalta nämä ekosysteemit ovat paikkoja, joissa hyödyllinen hyönteisfauna voi säilyä ja joista se on tarpeen tullen valmis levittäytymään viljelykasvustoon ilmestyvän tuholaislajiston kimppuun. Olennainen osa näitä ekosysteemejä onkin niihin rajoittuvan viljelysmaan nauhamainen laide. Ruotsissa on esimerkinomaisesti

laskettu tuhohyönteisten luontaisten vihollisten tuotoksi 800–900 kruunua hehtaaria ja vuotta kohden (Chiverton 1988).

Torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvan ympäristöriskin kannalta nämä ekosysteemit ovat perin haavoittuvia. Ne saatetaan viljelysten ruiskutuksen yhteydessä käsitellä ruiskutteella tarkoituksellisesti kauttaaltaan. Tällaista tapahtuu etenkin, kun ojanvarsiin alkaa nousta pajukkoa. Myös keskipako- tai puhallintoimisella levittimellä levitetystä väkilannoitteesta osa joutuu suoraan näihin ekosysteemeihin.

Aurojen levenemisen, auransiirtolaitteiden ja viime vuosina yleistyneiden kääntöaurojen käytön seurauksena aiempi piennar on monesti kadonnut ojista. Kyntö aloitetaan usein jo ojan luiskasta. Kaikkiaan ojat ovat herkän haavoittuvuutensa ja haavoitettuna runsaasti hajakuormitusta johtavina vaatimatonta habitustaan huomattavasti merkittävämpiä hajakuormituslähteitä niihin toistuvasti kohdistuvien useiden ympäristöriskiä aiheuttavien viljelytoimien vuoksi.

Lineaarisen habitaatin ekologinen merkitys lisääntyy, kun se ulottuu viljelyksen läpi yhdistäen kaksi erillään olevaa ekosysteemiä kolmannen kautta toisiinsa. Tällöin se toimii ekosysteemien välisenä käytävänä, mistä nimitykset ekokäytävä tai ekologinen käytävä. Tällaisen lineaarisen habitaatin arvoa edelliseen lisää sen toimiminen erityisesti nisäkäspopulaatioiden vuorovaikutuksen ylläpitäjänä. EY-maissa ekokäytävät ovat varsin korkealle arvostettuja; esimerkiksi tienrakennuksessa niitä ei sallittaisi katkaistavan, vaan eläimille tai tielle pyritään järjestämään eritasoinen yli- tai alikulku (van Lierop 1988).

Jatkuvan habitaatin hyöty viljelyksille samoin kuin viljelyn haitta vesien- ja ympäristönsuojelulle on perustaltaan sama kuin päättävän habitaatin, mutta pinta-alaosuuden kasvaessa laadultaan ja määrältään suurempi. Paikalliselta ekologiselta luonteeltaan muut nauhamaiset habitaatit kuten teiden ja peltojen pientareet eroavat arvoltaan ekokäytävästä riippuen siitä, yhdistyykö niiden poikki kaksi erilaista habitaattia, jolloin ne voivat välittää eri ekosysteemien välillä tapahtuvaa poikittaisliikettä.

Kun nauhamaiset habitaatit liittyvät toisiinsa useampi rinnakkain, ne muodostavat vuorovaikutteisen ekosysteemikompleksin, jonka kullakin osalla on oma eläin- tai kasvilajista riippuva suojaan, ravintoon, lisääntymiseen tai kulkuun liittyvä arvonsa. Habitaattien määrän lisääntyessä lisääntyy lajiston monimuotoisuus, ja kompleksin arvo viljelysten ja ympäristön sekä maisemansuojelun kannalta kasvaa.

Puro-, joki- tai järviseden liittyessä usean habitaatin kompleksiin ekosysteemi saavuttaa diversiteettimaksiminsa ja huippunsa myös maisema-arvonsa osalta. Viljelysten kannalta lisäarvoa tuo kasteluveden saatavuus. Myös luonnon virkistyskäyttöarvot ovat tällöin parhaimmillaan.

Veden läsnäolo lisää torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvien haittojen mahdollisuutta ja riskejä sekä terrestrisen että vesiekosysteemin kannalta. Terrestriseen systeemiin syntyy haittoja, kun vesi on torjunta-ainejäämien pilaamaa. Tämä on haitta myös viljelyksille, mikäli vettä käytetään herkkien viljelykasvien kuten tomaatin ja sipulin kasteluun. Herkkyyksiraja näillä kasveilla on 5 ja 10 µg/l, mikä viljelysten vierivesissä usein ylittyy (Kreuger 1991). Intensiivisessä viljelyssä kastelu yhdistyy runsaaseen ja toistuvaan torjunta-aineiden ja lannoitteiden käyttöön, mikä osaltaan lisää myös pohjavesiin kohdistuvaa torjunta-ainehaittaa.

Nykyiset kesannointisopimukset sallivat kesantoalan koostuvan aiempien lohkojen sijasta myös viherkesannoiduista reunakaistoista. Tämä luo todellisen mahdollisuuden suojakaista-ajattelun läpimurrolle. Turtolan (1992b) mukaan torjunta-aineista ympäristölle aiheutuvia haittoja voidaan pienentää, kun

- Tuhohyönteisten luontaisia vihollisia ei tarpeettomasti tuhota, vaan esimerkiksi kirvantorjunnassa käytetään vain selektiivisiä insektisidejä.
- Viherkesannolle tulevien nurmien suojaviljan herbisidikäsittely tehdään pientä torjunta-aineannosta käyttäen. Pieni annos takaa riittävän tehon säilyttäen samalla kasvillisuuden monimuotoisuuden.
- Osa velvoitekesannoinnista toteutetaan pysyvin reunakaistoin viherkesantona.
- Viherkesantona oleva suojavyöhyke rajoittuu pellon puolelta suojapäästeeseen eli 5–6 metriä leveään reunakaistaan, jota ei käsitellä herbisideillä tai insektisideillä.
- Viherkesanto rajoittuu reunan puolelta luonnontilaiseen suojakaistaan, jota reunustaa kenttä- ja pensaskerroksen kasvillisuudeltaan pitkään luonnontilassa pidettävä pensasvyöhyke.
- Pensasvyöhykettä seuraa habitatin liittyessä vesiekosysteemiin yksittäisten lehtipuiden tai puuryhmien muodostama lehtipuuvyöhyke, tai, habitaatin liittyessä metsään, lyhyen biologisen iän omaavien lehtipuiden vyöhyke, esim. tuomi-leppä-pihlaja-reunus ja sen jälkeen lehtipuuvyöhyke, jossa kasvaa koivua, haapaa ja puolijaloja lehtipuita.

Näin muodostuu lajien- ja ekosysteemien suojelun kannalta hyvin puskuroitunut, muotoisuudeltaan monipuolinen ja maisema- ja virkistyskäyttöarvoiltaan korkeatasoinen vaihteellinen vyöhyke, terassoitu biosfääri.

5.3.2 Torjunta-aineiden vesistöhaitallisuuden vähentäminen

Vesistö-sanaa käytetään niiden torjunta-aineiden käyttöohjeissa, joiden katsotaan fysikaalis-kemiallisten ja/tai vesieliömyrkyllisyyteen liittyvien ominaisuuksiensa puolesta aiheuttavan erityistä vaaraa joutuessaan vesistöön. Vesistönä on pidetty ohjetta sovellettaessa vesilain 1. luvun mukaista soutukelpoista vesistön osaa; torjunta-ainemolekyylit on rinnastettu veneeseen. Vesien- ja ympäristönsuojelun kannalta vesistö-sana kattaa kuitenkin avoveden lisäksi vesistön valuma-alueen sen osan, jolla torjunta-aineiden käyttöön kohdistuvaa vesiensuojelutyötä toteutetaan.

Tutkimusten mukaan torjunta-ainejäämät vesistöissä ovat sitä runsaampia, mitä pienempi on muun kuin viljelyksiltä tulevan virtaaman osuus ja mitä lähemmäksi torjunta-aineiden käyttöä näytteenotto ajoitetaan. Yli 100 mikrogramman jäämäpiitoisuudet eivät tällöin ole harvinaisia (Kreuger 1991). Tällaiset vedet täyttävät jäteveden määritelmän.

Torjunta-aineiden pilaaman veden johtaminen tai joutuminen eli passiivinen johtaminen ojaan ja sitä kautta vesistöön, tai torjunta-aineen ruiskuttaminen ojan pientareeseen tai itse ojaan, aiheuttaa sekä yleistä että toisen yksityistä etua koskevan haitan.

Tällaista vettä ei voida esimerkiksi käyttää kasteluvetenä. Näin ollen myöskään niitä torjunta-aineita, joille ei ole asetettu maan kautta tapahtuvan suuren kulkeutumisriskinsä, vesieläintoksisuutensa tai muun syyn vuoksi erityistä vesistörajoitusta, ei tule johtaa vesiin.

Kun vesistöiksi luetaan ne avopintaiset vedet, jotka torjunta-aineiden käytön hetkellä ovat suorassa yhteydessä VeL:n mukaiseen vesistöön (vrt. VeL 10 luku 2 ja 24 §, oja, viemäri), sekä ne sarkaojia suuremmat uomat, jotka normaalin sateen seurauksena johtavat vettä VeL:n mukaiseen vesistöön, täyttyy vesilain mukainen vesiensuojelluksen tarkoitus. Torjunta-aineiden ruiskuttamisen ojien, raviinien ja muiden vastaavien uomien tai alueiden kuten rantojen välittömässä läheisyydessä voidaan katsoa niiden ilmakulkeutumisherkkyys huomioon ottaen edellyttävän ympäristöviranomaisen lupaa.

Torjunta-ainetta, jolle on sen käyttöohjeessa asetettu vesistörajoitus, ei tule käyttää rajoituksessa määrättyä etäisyyttä lähempänä edellä tarkoitettua uomaa tai rantaa. Tutkimukset torjunta-aineiden kulkeumasta edellyttävät muidenkin ruiskutettavien torjunta-aineiden osalta minimietäisyyden asettamista tasamailla vähintään kymmenen metriin ja viettävillä mailla tätä suuremmaksi edelläolevan vesistömääritelmän mukaisesta rajasta. Näin suojeltuu myös tuntuva osa ekokäytävistä.

Maatalous vaarantaa pohjavesiä tuntuvasti etenkin typpipäästöjensä kautta. Missä määrin pohjavesiä pilaantuu myös torjunta-aineiden käytön seurauksena, ei ole selvillä. Kun pohjavesien nitraattikysymystä ryhdytään lähitulevaisuudessa selvittämään, on samaan yhteyteen luonnollista kytkeä myös torjunta-aineiden pohjavesiä koskeva esiintymiskartoitus. Mahdollisesti tarvittavat suojelutoimet voidaan määrätä suoraan vesilain perusteella.

5.4 Taloudellinen ohjaus

5.4.1 OECD-maissa käytetyt taloudellisen ohjauksen keinot

Torjunta-aineiden käytön rajoittamiseen on olemassa lukuisia, toteutustavaltaan ja vaikutuksiltaan toisistaan poikkeavia keinoja. Rahallisesti voidaan vaikuttaa joko torjunta-ainekustannusta lisäävästi tai tuotteen hintaa alentavasti. Lannoitteiden hinnan muuttamisesta tiedetään, että tuotantopanoksen hinnan runsaskin nosto vaikuttaa varsin vähän sen käyttöön. Toisaalta tuotteen hinnan alentaminen johtaa koko kustannustason karsimiseen, eikä se kohdistu yksittäiseen tuotantopanokseen etenkään silloin, kun panoksen osuus koko tuotannossa on marginaalinen. Tämä on tilanne torjunta-aineiden kohdalla, kun kustannustekijäksi mielletään vain torjunta-aineen hinta. Verotuksen, erityisesti verovähennysoikeuden käytöllä on todettu olevan vahva kerroinvaikutus.

Seuraavassa on suppea luettelo niistä taloudellisen ohjauksen keinoista, joita OECD-maissa on käytössä torjunta-aineiden ympäristöhaittojen vähentämiseksi (Pyykkö 1991). Uusien tukimuotojen käyttöönotto on mahdollista laskevankin maataloustuen vallitessa, kun se tapahtuu tukimuotojen välisin siirtein.

Positiiviset, erityisesti torjunta-aineisiin kohdistuvat:

- korvausmaksu torjunta-aineiden käyttämättömyydestä normaalimaatalouden suojavyöhykkeillä
- investointiavustukset torjunta-aineruiskuihin

Muun ohella torjunta-aineiden käyttöä vähentävät:

- metsittämistuki
- luonnonmukaisen tai monipuolisen viljelyn tuki
- hoitosopimukset
- laajaperäisen viljelyn tuki
- tuotannonrajoittamiskorvaus

Negatiiviset, erityisesti torjunta-aineisiin kohdistuvat:

- torjunta-ainemaksu
- torjunta-aineiden käytön rajoitukset

Muun ohella torjunta-aineiden käyttöä vähentävät:

- maankäytön rajoitukset herkillä alueilla

Jos Suomessa päädyttäisiin maksamaan korvausta torjunta-aineiden käyttämättömyydestä, muodostuisi se useimmissa tapauksissa negatiiviseksi (ks. luku 3.).

5.4.2 Haittojen vähentämismahdollisuudet Suomessa

Vs. asemanjohtaja Pentti Seuri (1992b) Maatalouden tutkimuskeskuksen luonnonmukaisen tuotannon tutkimusasemalta on jakanut torjunta-aineiden vähentämismahdollisuudet suoran ja epäsuoran vaikuttamisen keinoihin seuraavasti:

Suora vaikuttaminen

- Torjunta-aineiden kieltö, jossa huomio vanhoihin valmisteisiin.
- Torjunnan kieltö tietyillä alueilla – pohjavesialueet, muut erityistä suojelua vaativat kohteet.
- Kustannusrasitteet kuten torjunta-ainevero, käyttömaksu jne.
- Torjumatta jättämisen kannustaminen siihen mahdollisesti kytkettävine korvauksineen.
- Markkinatakuu eli preferenssi ilman torjunta-aineita tuotettujen erien kaupalle.
- Aiheuttaja maksaa –periaatteen käyttöönotto, jolloin kaikki torjunta-aineista aiheutuvat kustannukset peritään käyttäjältä.

Epäsuora vaikuttaminen

- Integroitu tuotanto, tarveharkintainen, torjunta-aineiden ja yleensä kemikaalien käyttöä minimoiva tuotantomalli. Ei vaikuta vaihtotaseeseen.
- Luomutuotanto – poistaa ylituotannon, mahdollistaa viennin ja halvempien erien tuonnin. Vaikutus vaihtotaseeseen positiivinen.
- Torjunnan taloudellisen kynnyksen nostaminen joko tuotteen tai torjunta-aineen hintaa säätelemällä.
- Viljelijöiden valistuksen parantaminen ennen muuta riskien esiintuomisen kautta.
- Painostusryhmien –kuluttajat, ympäristönsuojelijat– valistaminen. Uhanalaisten lajien lista pitenee ympäristön köyhtymisen myötä. Torjunta-aineet ovat tässä merkittävä, joskin vaikeasti verifioitava osatekijä.
- Viranomaisten kustannustietoisuuden lisääminen. Esimerkkinä yhdyskuntien tarvitseman raakaveden puhdistaminen, jossa pilaaja maksaa –periaatteen käyttöönotto mahdollista.
- Biologisten torjunta-aineiden tarkastuksen eriyttäminen. Esimerkiksi Mykstopin markkinoilletulon hitaus johtui viranomaisten kompetenssin puutteesta.
- Kustannusten laskeminen fyysisten kustannusten kautta eikä nykytavalla, jossa aiheutetut kustannukset siirretään markkamääräisinä tuotteen hintaan.

Maatalouden vesien- ja ympäristönsuojelua edistää parhaiten ympäristön arvot ymmärtävä talonpito. Ruotsissa tätä koskeva ohjeisto on viety lainsäädäntöön esimerkkeinä asetus maatalousmaan hoidosta (Förordningen 1979), luonnonsuojeluasetus (Förordningen 1989) tai torjunta-aineasetus (Förordningen 1985) sekä niiden perusteella annetut, maatalous- ja ympäristöviranomaisten yhdessä laatimat ohjeet ja määräykset (ks. Branschfakta 1992). Suomessa vastaavaa hyvät viljelymenetelmät-ohjeistoa ryhdytään laatimaan.

Vesi- ja ympäristöhallituksessa on työnimellä Taloudellinen ohjaus kemikaalivalvonnan keinona meneillään selvitys eri maissa käytetyistä ympäristönsuojelun taloudellisen ohjauksen keinoista (Ilvonen 1992). Selvitys sisältäne myös esityksen maahamme parhaiten soveltuvista ohjausmenetelmistä.

6 VIRANOMAISTOIMINTA

Viranomaisilla on ollut mahdollisuus itsenäiseen torjunta-aineiden ympäristöhaitallisuutta vähentävään toimintaan, paikallisviranomaisilla lähinnä käyttäjien ohjaukseen ja tiedottamiseen ja ylemmillä viranomaisilla myös viranomaisohjaukseen. Toimintaa koskeva selvitys toteutettiin tarkastelemalla toiminnan muotoja ja laajuutta ja toisaalta toiminnan tuloksia. Selvitys tehtiin haastattelemalla toimintaan osallistuneita

viranomaisia ja käymällä läpi aihepiiriä koskevaa kirjallista materiaalia. Selvitys jaettiin kolmeen osaan:

- Selvitettiin ympäristöviranomaisten toiminta tukeutuen projektiryhmän asiantuntemukseen ja haastatteluilla saatavaan tietoon. Selvitys kohdistui erityisesti ympäristöministeriön hallinnonalaan.
- Viranomaistoiminnan tuloksia tarkasteltiin vertaamalla torjunta-aineiden käytön kehitystä Suomessa ja muissa Pohjoismaissa. Tarkasteluun sisällytettiin lyhyt selvitys viranomaisten käyttämistä toimintatavoista muissa pohjoismaissa.
- Aihepiirin tutkimus ohjaa sekä torjunta-aineiden käyttöä että käytöstä aiheutuvien haittojen vähentämisen estämistä. Selvityksen tutkimusta koskeva osa laadittiin luetteloimalla aihetta koskevat aktiivit tutkimushankkeet.

Selvitys toteutettiin katsauksenomaisesti pyrkimättä laajaan kattavuuteen. Selvityksen tarkoituksena on lähinnä esimerkein esitellä niitä toimintakeinoja, joita torjunta-aineista aiheutuvan vesi- ja ympäristöhaitan vähentämiseksi on viime vuosina käytetty ja ottaa nämä huomioon toimintaohjelmaa laadittaessa.

6.1 Torjunta-ainelain säätämä toiminta

Lakisääteisesti torjunta-aineiden käytön valvonta ja neuvonta kuuluu maatilahallitukselle. Vuosittaiset valvontasuunnitelmat tulee lain mukaan laatia yhteistyössä ympäristöviranomaisten kanssa.

Vuosina 1984–1990 valvontasuunnitelmia ei laadittu. Vuonna 1991 maatilahallitus toteutti torjunta-aineiden käytön valvontaa yleiskirjeellä maaseutupiirien kautta (Anon. 1991e). Valvonnan kohteeksi valittiin käyttäjän altistumisriskiä ja käytettävien valmisteiden laillisuutta priorisoiden kasvihuonetuotanto. Kohteen luonteen vuoksi – torjunta-aineiden käytön pieni kokonaismäärä – valvonnan merkitys ei ollut vesien- ja ympäristönsuojelun kannalta keskeinen.

Vuoden 1991 valvonta osoitti, että torjunta-aineiden käyttöön liittyviä epäkohtia on runsaasti. Puutteellisuuksia havaittiin muun muassa torjunta-aineiden säilytyksessä, elintarvikeasetuksen mukaisten käsittelymerkintöjen tekemisessä, käyttöturvallisuustiedotteiden saatavuudessa ja suojavaarusteiden säilytyksessä. Ympäristön kannalta ongelmallisoin oli tulos, jonka mukaan vanhentuneita, käyttökiellossa olevia torjunta-aineita löytyi runsaasti (Toiviainen 1992). Vesannon Bladan-tapaus on malliesimerkki siitä, millaisen riskin tilojen varastoihin jäävät torjunta-aineet ilman asianmukaista valvontaa muodostavat: parationi-torjunta-ainetta levitettiin suoraan ympäristöön (Anon. 1992e).

Yhteistyötä ympäristöviranomaisiin ei valvonnan suunnitteluvaiheessa vuonna 1991 hoidettu (Eija-Leena Hynninen, Martti Toiviainen. Maatilahallitus. Puhelinkysely 11.3.1992). Myöhemmin se hoidettiin em. yleiskirjeen tiedoksiannolla torjunta-ainelautakunnalle ja vesi- ja ympäristöhallitukselle. Vuoden 1992 valvontaa toteutetaan samoin kuin edellisenä vuonna yleiskirjeellä maaseutupiirien kautta. Tiedoksiannosta ympäristöviranomaisille luovuttiin (Anon. 1992f).

Maatilahallitus laati hallinnonalansa ympäristöohjelman, jonka torjunta-aineiden käytön ohjausta koskevassa osassa asetettiin tavoitteeksi vähentää torjunta-aineiden käyttöä vapaaehtoisin keinoin kolmanneksella vuoteen 1995 mennessä vuoden 1990 tasosta (Anon. 1991a). Toimenpiteinä esitettiin

- torjunta-aineiden tarkastustoiminnan henkilöstöresurssien lisäästä
- tarkastus- ja hyväksymismenetelmän kehittämistä ja yhteispohjoismaista tarkastusta vuoteen 1994 mennessä
- torjunta-aineiden käytön erityisohjeiden laatimista yhdessä ympäristöviranomaisten kanssa
- torjunta-aineiden haitattoman, tarpeenmukaisen käytön neuvonnan painottamista liittyen erityisesti vesistöihin rajoittuvien peltojen torjunta-ainekäsittelyyn
- kasvinsuojeluruiskujen testauksen tukemista ja ruiskujen ennakko- ja väkсыннän aikaansaamista
- yhteistyössä muiden torjunta-aineiden tarkastusviranomaisten kanssa tapahtuvaa torjunta-aineiden säilytystä ja käyttöä koskevien valvontasuunnitelmien laadintaa
- torjunta-ainelainsäädännön uudistustyön käynnistämistä vuonna 1992

Maatalouden ympäristönsuojelutyöryhmä teki maa- ja metsätalousministeriölle torjunta-aineiden ja kasvunsääteiden käytön rajoittamista tarkoittavan aloitteen koskien kasvinsuojeluruiskujen kunnon valvontaa (Anon. 1991f), ehdotuksen valtion tulo- ja menoarvioon kasvinsuojeluruiskujen neuvontatestauksen tukemisesta (Anon. 1991g) ja kasvunsääteiden käytön vähentämistä koskevan esityksen (Anon. 1991h).

6.2 Muu viranomaistoiminta

6.2.1 Ympäristöministeriö, vesi- ja ympäristöhallitus

6.2.1.1 Työryhmät, ohjelmat, aloitteet

Ympäristöministeriön asettama kemikaalitutkimuksen kehittämistyöryhmä laati vuonna 1989 raportin kemikaalitutkimuksen kehittämisestä ministeriön toimialalla vuoteen 1995 (Anon. 1989b). Raportin 60-kohtainen selvitys- ja tutkimusesityssikermä sisältää 16 torjunta-ainetta kohtaavaa esitystä. Näistä kaksi kohdistuu suoraan käsiteltävään aihepiiriin:

- Selvitetään nykyisin torjunta-aineiden käytölle asetettujen rajoitusten riittävyyttä vesien suojelemiseksi.
- Selvitetään mahdollisuuksia vähentää kemiallista torjuntaa ja tuetaan hankkeita, joilla pyritään kehittämään muuta kuin kemiallista torjuntaa, kuten viljelytekniisiä menetelmiä, torjuntaeliöiden käyttöä ja bioteknisiä menetelmiä.

Myös muut kyseisistä 16 esityksestä ovat luonteeltaan sellaisia, että niihin saattaa sisältyä torjunta-aineiden käytön vähentämistä, käyttöriskien pienentämistä ja haittojen vähentämistä koskeva aspekti.

Vesi- ja ympäristöhallitus aloitti 15.10.1990 projektin haitallisten aineiden tutkimuksen kehittämisestä vesi- ja ympäristöhallinnossa. Raportissa on esitelty Suomessa meneillään olevat haitallisten aineiden tutkimusprojektit ja kuvattu muun muassa sitä, millaista tietoa vesien- ja ympäristönsuojelutoimisto tarvitsee tutkimukselta (Luotoja ja Verta 1992). Tutkimuksen yleistavoitteiksi mainitaan ympäristöhallinnon palveleminen ja suunnittelun ja päätöksenteon edistäminen. Raportissa ei ole esitetty suoraan aihepiiriä palvelevien tutkimushankkeiden aloittamista.

Ympäristöministeriö asetti 22.11.1991 Maaseudun ympäristöohjelmatyöryhmän laatimaan torjunta-aineiden käytön vähentämistä koskevaa ohjelmaa (Anon. 1992a). Ohjelmaan sisältyy torjunta-aineiden käyttöön, käytön valvontaan ja sitä koskevaan ohjaukseen ja tiedottamiseen liittyviä ehdotuksia tavoitteena torjunta-aineiden kokonaiskäytön alentaminen.

Vesi- ja ympäristöhallituksen kemikaalivalvontayksikön toimintasuunnitelmaan vuodelle 1992 kuuluu torjunta-aineita koskevan vesi- ja ympäristöhallituksen ympäristöpoliittisen ohjelman laatiminen. Ohjelmaan kirjataan muistioksi ne vaikutuskeinot, joiden avulla kemikaalivalvontayksikkö voi toiminnassaan ehkäistä torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvia ympäristöhaittoja sekä asetetaan yksikön toiminnalle tätä koskevat tavoitteet (Anon. 1992g).

Vesi- ja ympäristöhallituksen valvontaohjeessa pohjavesialueiden suojelemiseksi (Anon. 1991i) on torjunta-aineet otettu esimerkiksi niistä yleisperiaatteista, joita tulee soveltaa harkittaessa toimintojen sijoittamista vedenhankintaan soveltuville pohjavesialueille. Esimerkkeinä mainitaan

- väkilannoitteiden, kasvinsuojeluaineiden ja tuholaismyrkkujen runsas käyttö, ts. muu kuin tavanomaiseen peltoviljelyyn ja metsänhoitoon liittyvä käyttö
- vesakoiden hävittämiseen tarkoitettujen torjunta-aineiden käyttö
- taimitarhat

Ympäristöministeriö on tehnyt torjunta-ainelautakunnalle aloitteen torjunta-aineiden tarkastustoiminnan parantamiseksi koskien muun muassa ympäristövaikutusten arvioinnin osittaista yhdistämistä maastokokeiden osalta torjunta-aineiden biologisen tehokkuuden arviointiin. Vesihallitus on niin ikään tehnyt aloitteen ympäristöviranomaisien kuulemisesta torjunta-aineiden lentolevityslupia annettaessa (Anon. 1985). Nämä aloitteet ovat olleet jokseenkin tuloksettomia (Luotola suullisesti 19.12.1991).

6.2.1.2 Koulutuspäivät, esitelmät, alustukset,

Vesien- ja ympäristönsuojelutoimisto järjesti vuonna 1991 koulutuspäivät nimellä Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden edistäminen (Anon. 1991j). Koulutuksen yhdeksi painopistealueeksi oli valittu torjunta-aineet ja niiden käytön vähentäminen. Koulutuspäivien kohderyhmänä olivat vesi- ja ympäristöhallinnon viranomaiset.

Torjunta-ainelautakunnassa ympäristöministeriötä tai vesi- ja ympäristöhallitusta edustaneet viranomaiset ovat pitäneet aihepiiriä koskeneita esitelmiä ja alustuksia lukuisissa eri kohderyhmille suunnatuissa tilaisuuksissa.

6.2.1.3 Oppaat, tiedotteet

Ympäristönsuojelun täydennyskoulutustarpeisiin laadittu Maatalous ja uhanalainen luonto -niminen esite on yleistajuinen, varsin kokonaisvaltainen esitys elävän maaseudun puolesta. Esitteessä kiinnitetään erityistä huomiota katoavien reunaekosysteemien arvoihin ja suojelutarpeeseen (Lappalainen ja Heikkinen 1990). Vesi- ja ympäristöhallituksessa on laadittu Maatalouden vesiensuojelu -opasvihkonen (Anon. 1991k). Se sisältää torjunta-aineiden käytön vähentämistä koskevan kohdan. Vihkosesta on otettu useita painoksia.

Maatilahallituksessa on laadittu TaL:n mukaista erityistutkintoa varten tutkintoaineisto. Sen osana on luku "Torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvien ympäristöhaittojen estäminen" (Kallio-Mannila 1992). Kohderymänä ovat henkilöt, jotka 1.1.1993 alkaen aikovat käyttää niitä yhdeksää hyönteistorjunta-ainetta, joiden käytön ehdoksi tutkinnon suorittaminen on määrätty.

Vesi- ja ympäristöhallituksessa on laadittavana "Torjunta-aineet ja ympäristö"-vihkonen (Kallio-Mannila ja Ylä-Mononen 1992). Se on suunnattu torjunta-aineiden käyttäjille sekä maatalousalan oppilaitoksiin käytettäväksi opetuksen oheismateriaalina ja neuvonnan - Maaseutupiirit, Vesi- ja ympäristöpiirit - tukena. Painos on 100.000 kpl.

6.2.2 Muut viranomaiset

Lääninhallituksista Uusimaa ja Kuopio ovat laatineet ympäristöpoliittisen ohjelman. Uudenmaan lääninhallituksen ympäristönsuojelutoimiston laatimassa ohjelmassa, sen maatalousosassa on ilmaistu tarve varovaisuuteen torjunta-aineiden käytössä (puhelinhaastattelu, toimistopäällikkö Jorma Jantunen, Uudenmaan lääninhallitus 11.3.1992).

Keski-Suomen läänin ympäristönsuojelutoimisto on yhteistyössä paikallisen vesi- ja ympäristöpiirin ja maatalouskeskuksen sekä Saarijärven kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen kanssa laatinut Maatilan ympäristöhoito-oppaan, jossa aiheetta on käsitelty (Anon. 1991l).

Useat kunnat ovat laatineet yhdessä vesi- ja ympäristöpiirien kanssa vesistökohtaisia suojeluoppaita. Näissä on torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvien haittojen vähentämistä käsitelty muun hajakuormituksen vähentämisen yhteydessä.

Ilmajoen kunnan ympäristönsuojelu- ja maatalouslautakunta ovat koostaneet Maatilan ympäristöhoitokansion (Anon. 1991m), joka on kohdennettu suoraan torjunta-aineiden käyttäjille. Sitä jaetaan tiloille maatilaneuvonnan yhteydessä. Kansioon on koottu eri viranomaisten opasvihkosia ja laite- ja lannoitevalmistajien mainostiedotteita. Maatalouden vesiensuojelu-opas ja kasvinsuojeluopas "Tavoitteena tarkka ruiskutus" opastavat torjunta-aineiden käytön kontrolliin ja niistä aiheutuvien haittojen ehkäisemiseen.

Maatalouspiirit, maatalouskeskukset ja vesiensuojeluyhdistykset ovat tuottaneet aihepiiriä koskevaa opas- ja neuvontamateriaalia esimerkkinä Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen suojavyöhykevihkonen (Anon. 1990c).

Suomen Luonnonsuojeluliiton piireistä muun muassa Lappi ja Kainuu ovat aikanaan toimineet voimakkaasti metsätalouden torjunta-aineiden ympäristöhaittojen estämiseksi.

6.3 Toiminnan tuloksellisuus

Vertailua siihen, mitä vesistöjen tilassa ilman edellä esitettyjä viranomaistoimia olisi tapahtunut, ei voida kontrolloiaineiston puuttumisen vuoksi tehdä. On kuitenkin perusteltua olettaa, että torjunta-aineiden aiheuttama vesistökuormitus on kehittynyt yleisen hajakuormitustrendin mukaan. Vuoristo (1991) on kiteyttänyt toiminnan tuloksellisuuden Tampereen vesi- ja ympäristöpiirin (Anon. 1991n) tiedotteen yleistykseen: "Alueen kaikkien järvien rehevöityminen jatkuu edelleen, ellei hajakuormitukseen pystytä vaikuttamaan. Sama toteamus voidaan perustellusti laajentaa koskemaan koko maan pintavesien tulevaisuutta." Aikaansaannokset ovat siis ristiriidassa vesiensuojelun tavoiteohjelman toteutumisen kanssa.

Muissa pohjoismaissa on käytössä Suomelle vieraita torjunta-aineiden käyttöä rajoittavia keinoja. Pyykön (1991) mukaan Norjassa uuden valmisteen paremmuus johtaa vanhan poistamiseen torjunta-ainerekisteristä. Ruotsissa toimii hyöty-riskiarviointi ja tarveharkinta. Muun muassa metsätalouden torjunta-aineiden käyttö on hyvin tiukasti rajoitettua haitallisten vaikutusten vuoksi. Mainittakoon, että Kanadan hallitus kielsi vastaavista syistä kemiallisten torjunta-aineiden käytön metsissä. Kiellon seurauksena Kanadassa toimivat nykyään maailman ehdottomasti tärkeimmät luonnonmukaisten torjunta-aineiden markkinat (Hokkanen 1992). Tanskassa torjunta-aineiden käyttöä rajoitetaan vapaaehtoista tietä parannetulla neuvonnalla ja tutkimuksella.

Oikea tapa mitata torjunta-aineiden käytössä tapahtuvaa muutosta on laskea tietyllä alueella vuosittain käytettyä annosmäärää eli sitä, montako yhden peltohehtaarin käsittelyyn tarvittavaa torjunta-aineannosta alueella käytetään. Ruotsissa myytiin torjunta-aineita 1980-luvun alkupuoliskolla noin 4.5 miljoonaa annosta, kun myynti vuonna 1989 oli noin 3.5 miljoonaa annosta. Torjunta-aineiden käytössä on havaittavissa laskeva trendi vuodesta 1985 lähtien.

Ruotsin torjunta-aineiden käyttötilastojen tulkintaa vaikeuttaa vuonna 1986 voimaan tullut torjunta-aineiden ympäristövero. Veron voimaantuloa edeltäneenä vuonna torjunta-aineita myytiin lähes kahden vuoden tarvetta vastaava määrä. Tämä ja pienannostorjunta-aineiden käytön yleistymisen huomioon ottaen torjunta-aineiden käytön taso vuonna 1989 oli sama kuin vuosikymmenen alussa (Anon. 1991o). Toisaalta taas torjunta-aineiden myynti vuonna 1990 oli maatalouden torjunta-aineiden tehoainemyynnillä mitattuna 47 % pienempi kuin vuosien 1981–1985 vuosikeskiarvo (Bernson ja Ekström 1992).

Erityisesti maatalouden torjunta-aineiden käytön vähentämistä koskenut toimintaohjelma johti Ruotsissa edellä mainitun 47 %:n vähennyksen lisäksi torjunta-aineiden käytön vähenemiseen myös kotitalouksissa 66 %:lla, metsätaloudessa 46 %:lla ja teollisuudessa 25 %:lla (Bernson ja Ekström 1992).

Tanskassa käytettiin torjunta-aineita 1980-luvun lopulla kaksi kertaa runsaammin kuin 1970-luvulla. Käytön huippu sekä annosmäärällä että tehoaineiden myynnillä mitattuna oli vuosina 1983–85, jonka jälkeen käyttö laski voimakkaasti kohotakseen jälleen vuosikymmenen lopulla (Anon. 1991d). Norjasta on esittää seuraava torjunta-aineiden myyntiä tehoainetonneina kuvaava lukusarja (Lode 1991):

Vuosi	Insekti- sidit	Fungi- sidit	Herbi- sidit	Muut	Yhteensä
1971	43	91	2375	2	2511
1975	38	107	1453	32	1629
1980	36	96	1203	38	1373
1986	46	143	1187	139	1514
1989	28	119	857	30	1034

Ottaen huomioon pienannosherbisidien 1980-luvun jälkipuoliskolla tapahtuneen markkinoilletulon, vähentyi torjunta-aineiden käyttö koko jaksolla noin 50 %. Vähennys painottui 1970-luvulle. Suomessa torjunta-aineiden käyttö lisääntyi koko 1970-luvun ajan. Sen jälkeen siinä ei ole tapahtunut merkittävää muutosta (Hynninen 1991).

Yhteenvetona torjunta-aineiden käytössä tapahtuneista muutoksista Pohjoismaiden kesken voidaan todeta, että kehitys muissa pohjoismaissa on ollut ympäristön kannalta myönteisempää kuin Suomessa.

6.4 Aihepiirin tutkimus

Helsingin yliopiston maatalousteknologian laitoksella tutkitaan torjunta-aineiden ruiskutustekniikkaa ympäristöriskien minimoimiseksi. Maatalouden tutkimuskeskuksessa tutkitaan muun muassa mansikanviljelyä ilman torjunta-aineita sekä kemikaalitonta rikkakasvien torjuntaa. Myös torjunta-aineiden käytön optimointi, käytön vähentäminen viljakasvustoissa ja juolavehnan torjunnassa sekä luontaisten vihollisten tehostetun hyväksikäytön tutkimus kuuluvat meneillään oleviin tutkimushankkeisiin. Niitä ovat niin ikään biologisten torjunta-aineiden kehittäminen, torjunta-aineiden vaikutusten selvittäminen tuholaiten luontaisiin vihollisiin ja ympäristöhaittojen vähentämistä vesistöihin rajoittuvilla pelloilla selvittävät tutkimukset.

Vesi- ja ympäristöhallituksen vesien- ja ympäristöntutkimuslaitoksen hankkeista mainittakoon torjunta-aineiden vaikutusta pohjavesiin ja pohjoisen ympäristön erityisominaisuuksien vaikutusta kemikaalien käyttäytymiseen, myrkyllisyyteen, maaperäeliöyhteisöjen rakenteeseen ja maaperän hajotustoimintaan koskevat tutkimukset. Lisäksi selvitetään torjunta-aineiden kulkeutumista pinta- ja pohjavesiin.

Ympäristöministeriön tutkimuksen kehittämisraportissa on kuvattu eri yliopistoissa ja korkeakouluissa tehtävää alan tutkimusta ja tutkimusvalmiuksia (Luotola ja Verta 1992). Muina lähteinä yllä esitettyihin hankkeisiin käytettiin muun muassa ympäristötutkimusmäärärahojen hankesuunnitelmaa (Anon. 1992h), vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimusohjelmaa (Anon. 1992i) ja luetteloa ympäristönsuojeluun liittyvistä maataloudellisista tutkimuksista (Wallenius 1991).

Suoraan torjunta-aineiden käytön, käyttöriskien ja käytöstä aiheutuvien ympäristöhaittojen vähentämiseen kohdistuvia tutkimuksia on vireillä varsin vähän. Selkeän torjunta-aineiden käytön talouteen kohdistuvan tutkimuksen puute on ilmeinen. Maatalouden taloudellinen tutkimuskeskus ei näyttäisi ulottaneen tutkimustoimintaansa torjunta-ainetalouteen.

7 TAVOITTEIDEN TOTEUTUMINEN

Laadittaessa toimintaohjelmaa asetettuja tavoitteita vastaavaksi on tunnettava, missä määrin asetetut tavoitteet toteutuvat ilman ympäristöviranomaisten erityistoimia. Varsin monet tekijät valtakunnan talouslamasta ja maatalouden kustannuskriisistä Euroopan yhdentymisprosessiin saattavat vaikuttaa lähivuosina tavoitteiden passiiviseen toteutumiseen. Maataloudessa on toisaalta totuttu täysimääräiseen kustannusten korvaamiseen, mikä ei puolla omaehtoista torjunta-aineiden käytön vähentämistä ilman yhteiskunnan korvausvelvollisuutta. Seuraavassa on lyhyesti esitelty torjunta-aineiden käytön vähentämisen puolesta ja sitä vastaan vaikuttavia tekijöitä sekä niitä keinoja, joilla ympäristöviranomaiset voisivat asiaan vaikuttaa.

7.1 Maaseudun ympäristöohjelma

Maaseudun ympäristöohjelmatyöryhmä (Anon. 1992a) katsoo, että torjunta-aineiden käyttö vähenee seuraavien seikkojen vaikutuksesta seuraavia määriä:

– tuotannon tasapainottamisen johdosta	15–20 %
– torjunta-aineiden tarpeenmukaisella käytöllä	10–15 %
– torjunta-aineruiskujen testauksella	10–15 %
– neuvonnan ja koulutuksen ansiosta sekä viljelytekniisin ja muin toimin	15 %

Ratkaiseva merkitys suunnitelman toteutumisessa on sillä, miten torjunta-aineiden käyttö kirjataan Maaseudun ympäristötyöryhmän esittämään Hyvät viljelymenetelmät-ohjeistoon ja miten ohjeiston viennissä käytäntöön onnistutaan. Koska torjunta-aineiden käyttötapojen muuttamisessa on kysymys totutun tavan muuttamisesta, ei aihetta optimismiin ole.

7.2 Tavoitteiden toteutumisen esteet

Maataloustulolaki pysynee vesiensuojelun tavoiteohjelman ajan vuoteen 1995 edellisvuosien kaltaisena. Sitä kautta ei aiheudu tarvetta taloudellisuuseriaa noudattamiseen torjunta-aineiden käytössä. Maataloustutkimukseen on vuosikaudet kertynyt tietoa torjunta-aineiden käytön hyötyjen ja kustannusten laskemiseksi. Maatalouden tutkimuskeskuksen ja maatalouden taloudellisen tutkimuskeskuksen toimintojen erillisyydet ovat osaltaan estäneet tuottajien taloudellisen edun toteutumista torjunta-aineiden käytön suhteen.

Torjunta-aineiden käyttöä opastavaa ennakoivaa tiedottamista hoitaa muun muassa Maaseutukeskusten liitto Käytännön Maamies-lehden kautta. Tiedottamisessa ei yleensä puututa torjuntatarpeen arviointiin, ja torjunnan kustannukset ilmoitetaan vain torjunta-ainekustannuksina (ks. Lallukka 1992). Liitto pitää torjunta-aineiden käyttöä keskimäärin varsin kannattavana (Lallukka suullisesti 7.4.1992), joten tiedottaminen on poikkeuksetta torjunta-aineiden käyttöön kannustavaa. Maatalouden sääpalveluun liittyvä Maaseutukeskusten hoitama tiedottaminen on myös ollut torjunta-aineiden käyttöä edistävää. Tietoa torjunta-aineiden käyttöön liittyvistä kannattavuusongelmista ei joitakin yksittäistapauksia (esim. Erviö 1986, Loiskekoski 1990) lukuunottamatta ole jaettu.

Maa- ja metsätaloustuottajien keskusliitto valvoo Kotimaiset kasvikset ry:n kautta yhdessä muiden kotimaisten elintarviketuottajien kanssa kauppiaan tulevien elintarvikkeiden torjunta-ainejäämiä. Mansikka on tyypillinen torjunta-ainejäämiä sisältävä elintarvike. Vuoden 1991 valvontatulosten mukaan 70 % näytteiksi toimitetuista kotimaisista mansikkaeristä sisälsi torjunta-ainejäämiä. Kesällä 1992 mansikan varhaissato oli myyty ja pääsato markkinoilla, ennen kuin jäämämäärityksiä tehtiin (Kotimaiset kasvikset ry, tiedustelu 3.7.1992).

Kotimaisten elintarvikkeitten puhtautta korostakseen julkaisee Maaseudun Tulevaisuudessa toistuvasti tilastoja torjunta-aineiden käytöstä Suomessa verrattuna muihin Euroopan maihin. Tilastot perustuvat pinta-alaan, eivät satoon tai tuhonaiheuttajiin suhteutettuun torjunta-aineiden kulutukseen tai todettuihin torjunta-ainejäämiin. Tilastot kertovat siten vain osan totuutta. Samalla ne antavat viljelijöille viestin nykytasaisen torjunta-aineiden käytön hyväksyttävyydestä ja jopa mahdollisuudesta lisätä käyttöä, vaikka viljelijöiden taloudellinen etu edellyttäisi toisenlaista tiedottamista.

7.3 Arvio edellisten yhteisvaikutuksesta

Torjunta-aineiden käytön kannattamattomuus on ollut sekä korkeimman maatalousopetuksen ja -tutkimuksen että torjunta-aineasioista vastanneen maatalousviranomaisen tiedossa jo vuosia. Asiaan ei kuitenkaan ole puututtu. Viljelijöiden on ollut melko mahdotonta omatoimisesti vallinneessa informaatiokentässä tehdä muuta ratkaisua kuin pitäytyä totutussa torjuntatavassa. Siksi on perusteltua varautua siihen, että ilman ympäristöviranomaisten toimenpiteitä torjunta-aineiden käytön, käytöstä aiheutuvien haittojen ja käyttöriskien tasossa ei lähivuosina tapahdu sanottavaa muutosta.

7.4 Keinoja tavoitteiden toteuttamiseen

7.4.1 Haittamaksu

Sekä valtiontalouden että ympäristönsuojelun kannalta on välttämätöntä, että seuraavissa maataloustulolaeissa kustannusvastaavuuden vaatimus alkaa vaikuttaa maatalouden tulonmuodostukseen. Tätä edellyttää myös niin ETA- ja EY- kuin GATT-sopimukseen valmistautuminen. Kustannusvastaavuuden saavuttamisen keinona on torjunta-aineille asetettava tuntuva haittamaksu, jonka kiertyminen valtion ja kuluttajien maksettavaksi tulee estetyksi. Tällöin torjunta-aineiden käyttö joutuu käyttöpäätöstä tehtäessä taloudellisen harkinnan alaiseksi, mistä seuraa torjunta-aineiden käytön voimakas väheneminen.

7.4.2 Tiedotus ja tutkimus

Tämä toimintaohjelman perustaksi tehty selvitys nostaa torjunta-aineiden käytön talouden elvyttämisen toiminnan keskeiseksi kohteeksi. On arvioitavissa, että kevätviljojen rikkakasvintorjunnan kannattavuus optimoituu, kun torjunta tehdään keskimäärin joka kolmas vuosi. Tavanmukaisen torjunnan korvaaminen tarpeenmukaisella torjunnalla ja optimaalisella torjunta-ainemäärällä torjuntakertaa kohti on perusteltua myös muussa torjunta-aineiden käytössä. Keinoja torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvien haittojen ehkäisemiseen ovat tiedotus ja tutkimus.

Tiedotus, neuvonta ja koulutus ovat tuloksiltaan ja vaikutusnopeudeltaan vaihtelevia keinoja. Niiden toteutuksen tulisi tapahtua kohderyhmittäin erikseen viljelijöille, kuluttajille ja päättävälle viranomaisille kullekin siinä muodossa, mitä ammattitaitoinen tiedottaminen edellyttää. Runsasta ja laadukasta tiedotusmateriaalia tuotetaan muissa pohjoismaissa. Skandinaavisten tiedotuslehtisten ja muun vastaavan kääntäminen, johon kuuluu myös tutustuminen alkuperäismateriaaliin, on julkiseen ympäristönsuojelutoimintaan hyvin sopiva tehtävä. Tiedottaminen on kuitenkin hyvin voimakkaasti kilpailtu ala, joten tulosten saavuttaminen sitä kautta edellyttäisi varsin runsasta panostusta.

Tiedotusta tukemaan tarvitaan tutkimusta. Mitä enemmän tiedotuksen käyttöön on tarjolla tavoitteiden saavuttamisen kannalta keskeistä tutkimustulosta, sitä paremmin tiedotus toimii. Pitkäkestoisten, korkeita tieteellisiä päämääriä toteuttavan tutkimuksen ohkeen tarvitaan tieteiskulttuurillemme ehkä vierasta, mutta erinomaisesti hallinnon ja käytännön päätöksentekoa palvelevaa, helposti suunnattavaa lyhyttutkimusta. Tyypillisiä lyhyttutkimuksia ovat esimerkiksi oja-vesien torjunta-ainepitoisuuksien selvittäminen, pientareiden ja suojavyöhykkeiden esiintymiskartoitus tai tiedotuksen ja neuvonnan perillemenon sekä viljelijäväestön vesilain tuntemuksen selvittäminen.

Torjunta-aineita koskevan maa- ja metsätaloudellisen ja ekologisen kansainvälisen tutkimuksen jatkuva seuranta on ympäristöhallinnon ja sitä palvelevan tutkimuksen ja tiedotuksen edellytys. Monet maatalouden alan tutkimukset ovat käyttökelpoisia ympäristötiedottamisen välineitä, kun niiden tuloksia tarkastellaan ympäristölähtöisesti. Tämä edellyttää tulosten "tulkkauksista", kääntämistä ympäristötiedottamisen tarpeisiin. Ympäristötiedottamisessa ei ole varaa tiedottamiseen liittyviin ja tiedollisiin puutteisiin, vaan tiedottamisen, tiedon ja sen oikeellisuuden suhteen on oltava muita tahoja edellä.

Yhteiskunnallisen muutosnopeuden kasvaessa ja erityisesti, kun talouskehityksen suunta muuttuu, perinteinen tutkimus ei ehdi tyydyttämään hallinnon käytännön tarpeita. Tämä johtaa siihen, että hallinnollisia, kauaskantoisiaakin ratkaisuja tehdään ilman tutkimustietoa. Toinen vakava puute on ympäristön taloudellisen tutkimuksen vähäisyys. Tähän alaan kuuluvien tutkimustulosten olemassaolo on kuitenkin välttämättömyys argumentoitaessa taloudellisen päätöksenteon kentässä.

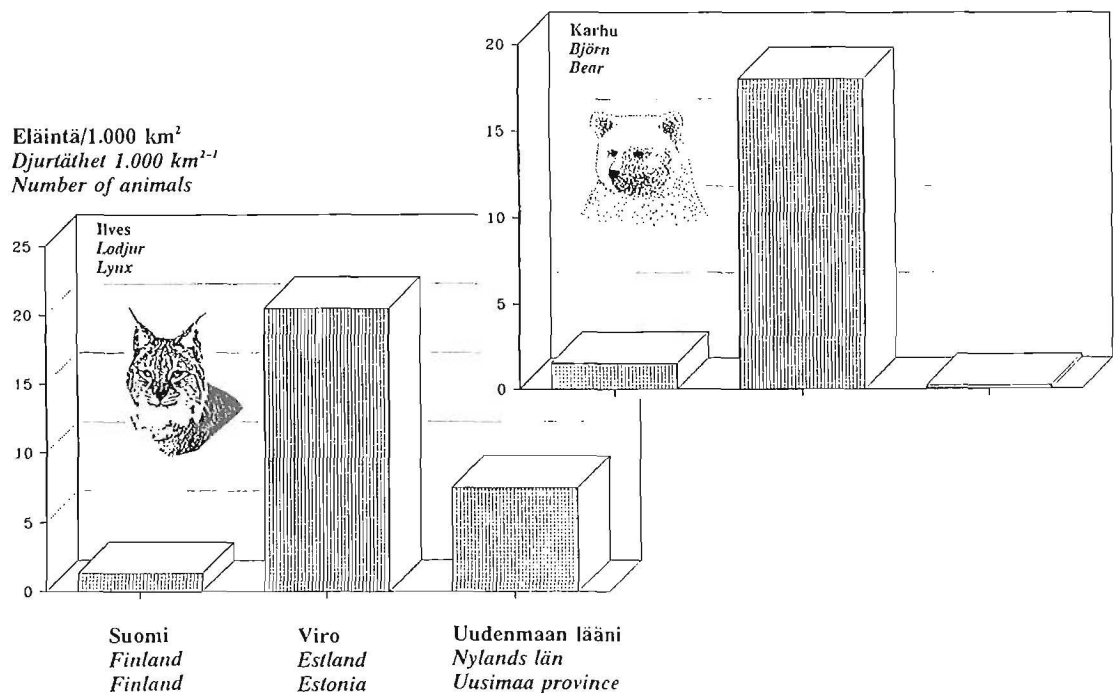
Ympäristötalouden tutkimuksen puute on kirjattu myös ympäristöhallinnon työnjakoa koskevaan muistioon (Anon. 1992j). Maamme luonnon tutkimus on historiallisista syistä pirstoutunut lukuisiin eri luonnontieteellisiin ja soveltavan luonnontieteen osaluelaitoksiin. Muuttuneissa olosuhteissa tutkimus tulee pikimmiten pystyä koordinoimaan, jotta relevanttia, hyvin maata ja kansaa palvelevaa tietoa voidaan tuottaa ympäristöystävälliseen hintaan.

7.5 Seuranta ja valvonta

Tavoitteiden toteutumisen seurantaan ja valvontaan on torjunta-aineiden myyntitilasto ylimalkainen. Seuranta on kehitettävä olemassaolevia mahdollisuuksia hyödyntävän ympäristön tilan jatkuvan seurannan kautta. Se voidaan rakennetaan palvelemaan yhdistetysti maatalouden aiheuttaman torjunta-aine- ja muun hajakuorituksen vähentämistavoitteiden toteutumisen seuranta käyttämällä hyväksi muun muassa tilakohtaisia ympäristöhoitosuunnitelmia.

Vesilain mukaisten pientareitten olemassaoloa ei ole selvitetty. Uusi-Kämpän (suullisesti 6.5.1992) mukaan 60–80 % maatalouden pintavalumana tulevasta hajakuorituksesta voidaan sitoa 5–10 metrin suojakaistoin. Pientareitten ja suojakaistojen olemassaoloa ja kehitystä tulisi seurata tilastollisesti luotettavalla otannalla. Tällaiseen indikaattoriin nojaava seuranta on välttämätöntä sekä valvonnan että neuvonnan ohjaamiseen. Määrälliseen seurantaan on luontevaa kytkeä myös lajistollista monimuotoisuutta mittaava seuranta.

Maa- ja metsätaloutemme tietotaitoa viedään Baltiaan sellaisena, kuin sitä omassa maassamme on sovellettu. Baltian maiden ympäristön tila tunnetaan ennen muuta suurta pistekuormitusta aiheuttavista ns. kuumista pisteistään. Kuitenkin, keskimääräinen maaseutu ympäristö on Baltian maissa säilynyt erinomaisen monipuolisena (Anon. 1992k). Parhaiten asia tunnetaan ravintoketjun huipulla olevien lajien kohdalta (Kuva 6).



Kuva 6. Luonnon monimuotoisuus on Virossa säilynyt Suomea parempana, mistä kertoo selkeästi ravintoketjun huippulajien runsaus (Crea Video 1992, Orava 1992). Bild 6. Naturens mångfald har bevarats bättre i Estland än i Finland, vilket klart beskriver den rikliga förekomsten av arter på näringskedjans topp (Crea Video 1992, Orava 1992). Figure 6. Biodiversity has been retained better in Estonia than in Finland, as is clearly evident from the abundance of species at the top of the food chain (Crea Video 1992, Orava 1992)

Luonnon monimuotoisuutta kaventavan ja hajakuormitushaittoja lisäävän tietotaidon vienti on huonosti sopisoinnussa Itämeren suojelun kanssa. Ympäristöviranomaisten tulisi seurata aiheutettavia muutoksia. Luonnon monimuotoisuuden seurannan ulottaminen Viroon on siksikin tärkeää, että voidaan vertailla ekstensiivisen ja intensiivisen maatalouden eroa ja hyödyntää sitä päätettäessä tulevan maaseutupolitiikan suuntaviivoista. Seurannan ulottamista Baltiaan on korostettu myös Uhanalaisten eläinten ja kasvien seurantatoimikunnan mietinnössä (Anon. 1992d). Lisähyötynä tulisi monimuotoisuuden palauttamisen kannalta keskeistä tietoa.

Seurantaan soveltuva selkeä bioindikaattori on myös peltolintuindeksi. Torjunta-aineiden käytössä eletään ilmeisesti voimakasta murrosvaihetta. Siksi seuranta on perusteltua kytkeä olemassa olevan seurannan jatkamiseen. Kysymykseen tulevat tällöin Lounais-Hämeen peltolinnustotutkimuksen (Turtola 1991) ja peltopyyprojektin (ks. Turtola 1992a) jatkaminen.

7.6 Lopuksi

Torjunta-aineiden tulevaan käyttöön vaikuttaa maaseudun tulevaisuus, osana sitä valinta toisaalta intensiivisen ja ekstensiivisen, toisaalta kemiallisen ja luonnonmukaisen maatalouden harjoittamisen välillä. Ratkaisu edellyttää laajaa ja perusteellista luonnon- ja kansantaloudellista maaseudun asutukseen, harjoitettavaan maa- ja metsätaloustoimintaan sekä olemassa olevien fyysisten struktuurien arvoon ja säilyttämiseen perustuvaa päätöksentekoa eri taloudellisten ja ympäristönsuojelulisten vaikutusten yhdistetyn arvioinnin pohjalta.

Terrestrisen ympäristön suojelu ei voi enää olla talouskäytöltä unohduksiin jääneiden alueiden etsiskelyä, mikäli luonnon monimuotoisuuden kaventuminen halutaan pysäyttää. Sen tulee entistä voimakkaammin painottua alueille, joilla luontoa hyödynnetään. Torjunta-aineiden käytön vaikutusten tuntemus ja torjunnasta aiheutuvien haittojen ja riskien vähentäminen on askel kohti ympäristönsuojelukäytännön uudistusta, joka palvelee luonnon monimuotoisuuden palauttamisen tavoitetta.

Tämän selvityksen pohjalta laaditun, torjunta-aineiden tarpeettoman ja haitallisen käytön vähentämistä tarkoittavan ja käytön talouteen keskittyvän toimintaohjelman rinnalle on rakennettavissa vastaavia, maaseudun ekonomiset ja ekologiset edut yhdistäviä maa- ja metsätalouteen liittyviä osaohjelmia, joilla luontoa voidaan suojella maaseudun elinkeinoelämää hyödyttävällä tavalla. Ohjelmien edellytyksenä on uudentyyppisen, biologiseen perustietämykseen nojaavan, talouden eri tasot kattavan tutkimuksen toteuttaminen.

YHTEENVETO

Torjunta-aineiden käytön mahdollisimman nopeaa vähentämistä on vaadittu useissa kansainvälisissä ja kansallisissa sopimuksissa. Näistä mainittakoon Brundtlandin komission raportti, Helsingin sopimus, Pohjoismainen ympäristöohjelma, valtioneuvoston selonteko Kestävä kehitys ja Suomi ja valtioneuvoston periaatepäätös vesien-suojelun tavoiteohjelmaksi. Perusteena on mainittu, että torjunta-aineiden käytöstä seuraa ekologisia haittoja. Suomessa ne ovat olleet 1970-luvun alkupuolelta kasvusuunnassa.

Suomessa ei ilmasto-olosuhteiden ja niistä johtuvien tuhonaiheuttajien vähäisyyden vuoksi ole tarpeen käyttää torjunta-aineita siinä määrin kuin Keski- ja Etelä-Euroopassa. Silti niiden käyttö on runsasta. Asetetuista tavoitteista ja niiden toteuttamista tarkoittavasta viranomaistoiminnasta huolimatta torjunta-aineiden käyttö ei ole vähentynyt. Sen seurauksena maaseutuluonnon monimuotoisuus talouskäytössä olevilla alueilla on yhä enemmän uhanalaistunut.

Selvityksessä on arvioitu torjunta-aineiden käytön taloudellisuutta ja käytöstä johtuvien ympäristöriskien vähentämismahdollisuuksia. Tarkoituksena on saada aikaan torjunta-aineita koskevaa ympäristöpoliittista keskustelua sekä lähtökohtia harkittavia suuntauksia ja painotuksia torjunta-aineiden haitallisuuden vähentämistä tarkoittavalle ympäristöviranomaisten toiminnalle. Tapahtuneen selvittelyn tarkoituksena on ollut myös tuottaa aineistoa, jonka avulla voitaisiin laatia vesien- ja ympäristönsuojelutoimiston toimintaohjelma vuosille 1993–94 torjunta-aineiden suhteen.

Rikkakasvien torjunta-aineiden tehoaineiden käyttö lisääntyi Suomessa 1960-luvun alkupuolen 500 tonnin vuositason 1970-luvun jälkipuoliskon runsaaseen 1.600 tonniin. Näistä torjunta-aineista noin 75 % käytetään kevätiljapeltujen rikkakasvien torjuntaan. Samaan aikaan väheni torjunnan kohteena olevien rikkakasvien määrä neljännekseen aiemmin vallinneesta tasosta. Se alitti jo 1970-luvun alkupuolella kynnyksarvon 350 rikkaa neliömetrillä, jolla torjunta edes lyhytaikaisesti on taloudellisesti kannattavaa (Kuvat 1. ja 2.).

Rikkakasvien vähenemiseen johti torjunta-aineiden käytön ohella ja niitä voimakkaammin maanviljelyksessä tapahtunut muu kehitys. Muutokset, kuten salaojitetun viljelyalan lisääntyminen, viljelytekniikan kehittyminen, sijoituslannoituksen yleistymisen ja siitä johtuva viljelykasvien kilpailuedun parantuminen, olisivat sallineet torjunta-aineiden käytön tuntuvan supistumisen. Se olisi johtanut merkittävään maatilayritysten ja kansantalouden kustannusten säästöön. Samalla luonnon monimuotoisuus olisi säilynyt ja kenties osittain palautunutkin.

Vaikka maataloudessa tapahtuneet muutokset tekivät mahdolliseksi torjunta-aineiden käytön vähentämisen, se kuitenkin lisääntyi aina viime vuosikymmenen lopulle saakka. Mikäli tätä ei olisi tapahtunut, olisivat maatalous ja kansantalous säästäneet huomattavan tuotantopanoksen. Voidaan arvioida, että säästö olisi vuositasolla ollut jopa miljardiluokkaa, kun kaikki aiheutuneet kustannukset ja sadonmenetykset otetaan huomioon. Torjunta-aineiden käytön liiketaloudellisessa tutkimuksessa on kuitenkin vain osa torjunnan kustannuksista otettu huomioon. Siksi käyttäjillä ei ole ollut tiedollisia edellytyksiä välttää kyseistä, tarpeettomaksi osoittautunutta taloudellista panostusta.

Torjunta-aineiden käytön kansan- ja ympäristötaloudellisten vaikutusten osalta tutkimusta ei ole tehty. Yhteiskunnallista päätöksentekoa ohjaavan tiedon puute on johtanut kansantaloudellisesti vääristyneeseen maaseutupolitiikkaan. Luodut tukijärjestelmät estävät osaltaan tilakohtaisen hyöty-kustannusvastaavuuden seurantaa ja siitä ympäristölle aiheutuvan hyödyn toteutumista. Onhan kestävä maatalouden harjoittaminen pitkällä ajanjaksolla ympäristöään säästävää ja yhteiskunnan luontoperspektiivistä jopa monipuolistavaa samalla, kun se toimii kansantalouden eduksi.

Peltujen lajisto yksipuolistuu torjunta-aineiden käytön vuoksi haitattomien lajien vähetessä ja haitallisten runsastuessa. Peltujen linnusto on vähentynyt samassa suhteessa, kuin torjuntakertojen lukumäärä viljelyksillä on kasvanut (Kuva 3.).

Linnustossa tapahtuneet muutokset ovat niitä harvoja ekosysteemitason muutoksia, joiden on voitu tieteellisesti osoittaa johtuneen torjunta-aineiden käytöstä. Rikkakasvien torjunta-aineiden tuhotessa viljelyalueella tai sen läheisyydessä kasvavan, viljelykasville haitattoman kasvin, estyy kasvia ravintonaan käyttävän hyönteislajiston kehitys, ja hyönteisiä ravinnokseen käyttävä linnusto tuhoutuu.

Torjunta-aineiden haitallisten vaikutusten osoittaminen on tutkimuksellisesti vaikeaa, koska vaikutusten ketju on usein pitkä ja monisyinen. Torjunta-aineen akuutti myrkyllisyys tietylle tutkitulle lintu-, hyönteis- tai muulle eliölajille voi olla hyvinkin alhainen, kun sen vaikutus ekosysteemitason kautta ravintoketjuja katkoen on jo tappava.

Pelloilla käytetyistä torjunta-aineista arviolta kolmannes kulkeutuu käyttökohteensa ulkopuolelle kuten ojen, purojen ja pientareitten muodostamaan ekologisten käytävien verkostoon. Vaikka näiden alueiden lajiston muutokset tunnetaan varsin puutteellisesti, karttavat uhanalaisten ja hävinneiden eliölajien luettelot, ns. Punainen kirja, voimakkaimmin juuri kulttuurialueiden kuten erilaisten reunaekosysteemien lajistosta.

Torjunta-aineiden käytön seurauksena reunavyöhykkeiden suojaa antava merkitys vesistöille kiintoaines- ja ravinnehuuhtoutumien sitojana ja myös ilman kautta tapahtuvan kulkeutumisen estäjänä pienenee. Samalla kyseisten alueiden hyöty maanviljelykselle esim. tuhonaiheuttajien luontaisten vihollisten kuten hyödyllisten petohyönteisten elinympäristönä vähenee.

SAMMANDRAG

En möjligast snabb minskning av användningen av bekämpningsmedel har krävts i flera internationella och nationella avtal. Av dessa kan nämnas Brundtland-kommisionens rapport, Helsingforskonventionen, det nordiska miljöprogrammet, statsrådets redogörelse över den hållbara utvecklingen och Finland och målprogrammet för vattenvården. Som huvudsaklig motivering har framförts att bruket av bekämpningsmedel medför ekologiska skadeverkningar. I Finland har dessa skadeverkningar tenderat att öka sedan början av 1970-talet.

I Finland är det på grund av klimatförhållanden och den på dem beroende ringa förekomsten av skadegörare inte nödvändigt att använda bekämpningsmedel i samma utsträckning som i Mellan- och Sydeuropa. Det oaktat är förbrukningen av dem omfattande. Förbrukningen av bekämpningsmedel har inte minskat trots uppställda målsättningar och trots att myndigheterna har arbetat för att dessa målsättningar skulle uppnås. Som en följd av detta hotas landsbygdsnaturens mångfald på sådana områden som är i produktiv användning i en allt större utsträckning.

I utredningen har bedömningar gjorts angående bekämpningsmedelsanvändningens lönsamhet och möjligheterna att minska de miljörisker som är förknippade med användningen. Syftet är att initiera en miljöpolitisk debatt kring bekämpningsmedel samt att ta fram nya utgångspunkter för miljömyndigheternas verksamhet då det gäller att pröva nya inriktningar och betoningar i arbetet med att minska skadeverkningarna av bekämpningsmedel. Avsikten med utredningsarbetet har också varit producera ett underlag för uppgörande av vatten- och miljövårdsbyråns verksamhetsprogram för bekämpningsmedlens del för åren 1993–94.

Förbrukningen av verksamma ämnen i bekämpningsmedel mot ogräs ökade i Finland från omkring 500 ton per år i början av 1960-talet till 1600 ton per år under senare hälften av 1970-talet. Av dessa bekämpningsmedel används ca 75 % mot ogräs på vårsäds-åkrar. Under samma tidsperiod minskade mängden ogräs som var föremål för bekämpning till en fjärdedel av den tidigare mängden. Mängden underskred redan under början av 1970-talet tröskelvärde 350 ogräs per kvadratmeter, varvid bekämpningen inte ens på kort sikt är ekonomiskt lönsam (Bilderna 1 och 2).

Till minskningen av ogräsmängden bidrog förutom användningen av bekämpningsmedel ännu kraftigare den utveckling som i övrigt ägde rum inom jordbruket. Förändringarna såsom utökningen av arealen täckdikad odlingsmark, utvecklingen av odlings-tekniken, den allt allmännare radgödslingen och på den beroende förbättrade konkurrenskraften för odlingsväxterna skulle ha möjliggjort en kännbar minskning av förbrukningen av bekämpningsmedel. Detta skulle ha medfört en betydande kostnadsinbesparing för jordbrukslägenheterna och för nationalekonomin. På samma gång skulle mångfalden i naturen ha bibehållits och kanske delvis återställts.

Fastän de förändringar som ägde rum inom jordbruket möjliggjorde en minskning av bekämpningsmedelsförbrukningen, ökade denna dock ända till slutet av föregående årtionde. Om detta inte skulle ha hänt hade jordbruket och nationalekonomin gjort stora inbesparingar. Uppskattningsvis hade inbesparingen på årsnivå uppgått till inemot en miljard mark om man beaktar alla kostnader och skördeförluster. I den företagsekonomiska forskning som bedrivits gällande användandet av bekämpningsmedel har dock bekämpningskostnaderna bara delvis tagits med i beräkningarna. Av denna orsak har förbrukarna inte haft tillräckligt med kunskap för att kunna undvika ifrågavarande överflödiga ekonomiska satsning.

Forskning rörande nationalekonomiska och miljöekonomiska verkningar av bekämpningsmedelsbruket har inte bedrivits. Bristen på sådan kunskap som kunde styra det samhälleliga beslutsfattandet har lett till nationalekonomiskt snedvriden landsbygdspolitik. De subventionssystem som har skapats förhindrar för sin del ett gårdsvis uppgörande av kostnadsnyttokalkyler och att den miljönytta som kan förknippas därmed förverkligas. Utövandet av ett hållbart jordbruk är ju på lång sikt skonsamt för miljön och till och med någonting som bidrar till mångfalden sett ur samhällets naturperspektiv på samma gång som det är till gagn för nationalekonomin.

Artsammansättningen på åkrarna blir ensidigare som en följd av bruket av bekämpningsmedel i och med att de oskadliga arterna går tillbaka och de skadliga ökar i antal. Åkrarnas fågelfauna har gått tillbaka i samma proportion som antalet bekämpningsmedelsdoser per hektar har ökat (bild 3). De förändringar som har skett i fågelfaunan hör till de fåtaliga förändringar på ekosystemnivå som man på vetenskaplig väg har kunnat visa bero på bruket av bekämpningsmedel. I och med att ogräsbekämpningsmedlet utrotar en för den odlade grödan oskadlig växt på odlingsmarken eller i närheten av den elimineras existensbetingelserna för sådana fågel- och insektarter som använder ifrågavarande växt som näring.

Det är svårt att på vetenskaplig väg påvisa skadeverkningarna av bekämpningsmedelsanvändningen, ty keden av verkningar är ofta lång och komplicerad. Bekämpningsmedlens akuta toxicitet för vissa undersökta fågel- eller insektarter eller övriga organismer kan var mycket låg samtidigt som dess effekt på ekosystemnivå är dödlig i och med att näringskedjor bryts.

Av den mängd bekämpningsmedel som används på åkrarna hamnar ca en tredjedel utanför åkern i ett ekologiskt nätverk av diken, bäckar och åkerrenar. Trots att kännedomen om förändringar i artsammansättningen på dessa områden är rätt bristfällig förlängs förteckningen över utrotningshotade och utrotade organismer, den sk röda boken, kraftigast just av arter som hör hemma i kulturlandskap och i därtill hörande randekosystem.

Som en följd av bruket av bekämpningsmedel minskar betydelsen av det skydd för vattendragen som randzoner bidrar till i och med att de förhindrar urlakning av fast substans och närsalter samt binder atmosfärisk nedfall. På samma gång minskar också nyttan av dessa områden för jordbruket i och med att t ex livsmiljöerna försvinner för nyttiga rovinsekter som utgör naturliga fiender för skadegörarna.

SUMMARY

An immediate reduction in the use of pesticides has been called for in a number of international and national agreements and documents. These include the report of the Brundtland Commission, the Helsinki Agreement and the Nordic Environmental Program, the Council of State's report "Sustainable Development and Finland", and the decision-in-principle of the Council of State concerning the target program for water protection. This decision has been based on the fact that the use of pesticides has detrimental effects on ecosystems. There has been an increasing trend in the detrimental effects since the beginning of the 1970's.

Owing to the severe climatic conditions and subsequent relative low numbers of pests it is not necessary to use pesticides to the same extent in Finland as in Central and Southern Europe. However, their use is rather heavy and widespread. Despite the targets and the activities of the authorities directed at implementing them, the use of pesticides in Finland has not been reduced. As a result of this, the diversity of the ecosystems in rural areas subjected to economic exploitation is being threatened to an ever-increasing extent.

The economics of pesticide use and the possibilities of reducing the environmental risks resulting from their use have been investigated in this report. The aim has been to stimulate environmental policy discussion concerning pesticides, and to provide a starting point when considering new strategies for reducing the harmful effects of pesticides.

The use of herbicides has increased in Finland from an annual level of 500 tonnes a.i. at the beginning of the 1960's to at least 1 600 tonnes in the latter half of the 1970's. About 75 % of these herbicides are used in the control of weeds on spring crops. At the same time the weed density on fields decreased to one quarter of the level prevailing earlier. Already at the beginning of the 1970's the density fell below the threshold value of 350 weeds per m², below which control is not, even in the short term, economically viable (Figs. 1 and 2).

In addition to the use of herbicides, the reduction of the number of weeds was also due to other developments that took place in agriculture. These changes, such as the increase in subsurface drainage of cultivated land, the development of cultivation techniques, the spread of spot fertilization and the increase in the competitiveness of crop plants resulting from this, would have permitted a marked decrease in the use of pesticides. This would have resulted in a considerable saving in the costs of

farming enterprises and the national economy. At the same time the decrease in the diversity of rural ecosystems would have been checked and perhaps even partly reversed.

Although the changes in agricultural practices would have made it possible to reduce the use of pesticides, their use, however, increased right up to the end of the 1980's. If this had not happened, agriculture and the national economy could have saved a considerable production input. It can be estimated that the annual saving would have been of the order of one thousand million Finnmarks even, taking into account all the associated costs and losses in crop yield. In business economy studies, however, only part of the total costs of pesticide control have been evaluated. Thus the farmers did not have the information which would have enabled them to avoid the economic input in question.

No research has been carried out on the effects of pesticide use on the national and environmental economics. The lack of information needed for social decision-making has resulted in an unbalanced rural policy. The subsidy systems which have been set make it impossible to carry out an analysis of the farm-based costs and to estimate the benefits for the environment. After all, the long-term aim of sustainable agriculture is to conserve its environment and from the nature perspective of society, even diversifying at the same time as it benefits the national economy.

The field flora and fauna is impoverished as a result of the reduction in the numbers of harmless species and the increase in harmful ones. The number of field bird species has fallen at the same time as the number of treatments on crops has increased (Fig. 3). The changes in the bird population belong to the rare group of ecological changes that have been scientifically attributed to the use of pesticides. When herbicides destroy harmless plants growing on the cultivated area or close by, the development of insect species that utilize the plants as food is prevented and the bird species feeding on such insects are driven away.

It is difficult to demonstrate the harmful effects of pesticides because the sequence of food chains through which they exert an effect is often long and complicated. The acute toxicity of pesticides for specific bird, insect or other species can be very low even though, by breaking the food chains at the ecosystem level, the effect is already fatal.

One third of the pesticides used on fields is transported away from the site of application into the network of ecological niches formed by ditches, streams and banks. Although rather little is known about the changes taking place in the flora and fauna of such areas, the flora and fauna of border ecosystems are on the top in the list of threatened species.

As a result of pesticide use, the value of border zones in binding leaching particulate material and nutrients is reduced. At the same time, the value of these areas is diminished e.g. as a habitat of beneficial predatory insects, that are a natural enemy of agricultural pests.

KIRJALLISUUS

- Aanes, K. 1992. Some pesticides uses in Norwegian agriculture and their environmental effects on common inhabitants in freshwater ecosystems. Tolerans limits – acute and cronic effects. Teoksessa Helweg, A. (toim). Pesticides in the aquatic environment. Appearance and effect. Research Centre for Plant Protection. Denmark. ss. 108–131.
- Anon. 1983. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi torjunta-ainelain muuttamisesta. 1893 vp. HE n:o 160. 7 s.
- Anon. 1985. Aloite vesiviranomaisten kuulemisesta torjunta-aineiden lentolevityslupia annettaessa. 11.11.1985. Vesihallitus. Dno 4500/500 VH 1985.
- Anon. 1987a. Yhteinen tulevaisuutemme. Ympäristön ja kehityksen maailmankomission raportti. Ulkoasiainministeriö. Ympäristöministeriö. Valtion painatuskeskus. 347 s.
- Anon. 1987b. Activities of the commission 1986. Baltic sea environment proceedings 23, 32–34.
- Anon. 1988. Vesiensuojelun tavoiteohjelma vuoteen 1995. Valtioneuvoston periaatepäätös 6.10.1988. Ympäristöministeriö. Sarja B. 1988(12). 41 s.
- Anon. 1989a. Nordiskt Miljöprogram. Nordiskt Ministerråd. N.U. 1989(3), 26–29.
- Anon. 1989b. Kemikaalitutkimuksen kehittämisohjelma ympäristöministeriön toimialalla 1991–1995. Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojeluosasto. Mietintö 49. 45 s.
- Anon. 1990a. Kestävä kehitys ja Suomi. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle kestäväan kehitykseen tähtäävistä toimista. Valtion painatuskeskus. 97 s.
- Anon. 1990b. Skydda naturen vid kemisk bekämpning! Naturvårdsverket informerar. Naturvårdsverket förlag. Solna. 12 s.
- Anon. 1990c. Suojavyöhykkeet ja Vantaanjoen peltoviljely. Vantaanjoen ja Helsinginseudun vesiensuojeluyhdistys ry. Opasvihkonen. 18 s.
- Anon. 1991a. Maatilahallinnon ympäristöohjelma vv. 1991–1995. Maatilahallitus. 28 s.
- Anon. 1991b. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 10. 1991. Maatilahallitus.
- Anon. 1991c. Puutarhayritysrekisteri. Suomen virallinen tilasto 1991:1. Maatilahallitus. 83 s.
- Anon. 1991d. Miljøindikatorer 1991. Hvordan står det til med miljøet. Miljøministeriet. Kööpenhamina. ss. 14–15.
- Anon. 1991e. Yleiskirje 22.4.1991. Dno 2115/40/91. Maatilahallitus. Tuotanto-osasto.
- Anon. 1991f. Aloite Maa- ja metsätalousministeriölle kasvinsuojeluruiskujen tyyppihyväksynnän ja käyttöönottotestauksen aikaansaamiseksi. 11.2.1991. Dno 3754/042 MMM 1989 3/91.
- Anon. 1991g. Esitys kasvinsuojeluruiskujen neuvontatestauksen tukemisen huomioon ottamiseksi v. 1992 valtion tulo- ja menoarvioesitystä valmisteltaessa. 18.2.1991. Dno 3754/042 MMM 1989.

- Anon. 1991h. Esitys kasvusäätien käytön rajoittamiseksi. 11.2.1991. Dno 3754/042 MMM 1989 5/91.
- Anon. 1991i. Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat. Valvontaohje 65. Vesi- ja ympäristöhallitus 23.1.1991. 13 s.
- Anon. 1991j. Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden edistäminen. Vesien- ja ympäristönsuojelutoimisto. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 343. 138 s.
- Anon. 1991k. Maaseudun vesiensuojelu. Vesi- ja ympäristöhallitus. Opastyypinen tiedote. 2 s.
- Anon. 1991l. Maatilan ympäristöhoito-opas. Keski-Suomen lääninhallitus. 16 s.
- Anon. 1991m. Maatilan ympäristöhoitokansio 1991. Ilmajoen kunnan ympäristönsuojelu- ja maatalouslautakuntien neuvontakansio.
- Anon. 1991n. Vesistöjen veden laatu ja kuormitus. Tiedote 20.9.1991. Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri. 3 s.
- Anon. 1991o. Jordbrukstatistisk årsbok 1991. Statistiska centralbyrån. Stockholm. ss. 76–81.
- Anon. 1992a. Ehdotus maaseudun ympäristöohjelmaksi. Maaseudun ympäristöohjelmatyöryhmän muistio. Työryhmän mietintö 68 1992. Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojelu-osasto. Helsinki. 48 s.
- Anon. 1992b. Agenda 21. UNDEC. United Nations conference on environment and development. Rio de Janeiro 3.–14.6.1992.
- Anon. 1992c. Maatalous 2000 tarkistustyöryhmän muistio. Työryhmämuistio MMM 1992:3. 87 s.
- Anon. 1992d. Uhanalaisten eläinten ja kasvien seurantatoimikunnan mietintö. Komiteamietintö – Kommittébetänkande 1991:30. 328 s.
- Anon. 1992e. Vaarallista hyönteismyrkkyä levitettiin sareen Vesannolla. Artikkelit Helsingin Sanomissa 12.6.1992. s. A 5.
- Anon. 1992f. Yleiskirje 27.1.1992. Dno 378/400/92. Maatilahallitus. Torjunta-aineiden toimiala.
- Anon. 1992g. Toimintaohjelma 1992. Kemikaalivalvontayksikkö. Vesi- ja ympäristöhallitus. 8 s.
- Anon. 1992h. Ympäristötutkimusmäärärahojen hankesuunnitelma vuodelle 1992. Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosasto. Muistio 7. 32 s.
- Anon. 1992i. Vesi- ja ympäristöhallinnon tutkimusohjelma 1992. Vesi- ja ympäristöhallitus. Monistesarja 362. 83 s.
- Anon. 1992j. Ympäristöministeriön ja vesi- ja ympäristöhallinnon välinen työnjako. Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojeluosasto. Muistio 1992(8). 46 s.
- Anon. 1992k. Conservation plan for Latvia. Final report. WWF project 4568. World Wide Fund for Nature. LU EC "VIDE". Riika. 161 s.

- Ala-Mantila, O. 1992. Tuotantokustannusten seurannan perusteet. Maatalouden taloudellinen tutkimuskeskus. Tiedonantoja 180. 90 s.
- Anttila, O. 1991. Kevätviljojen kasvinsuojelu. Leipä Leveämmäksi. Kemira Oy:n tiedotuslehti 2/1991. s. 14.
- Ari, T. ja Riekkinen, J. 1989. Vesakontorjunnan onnistuminen raivaussahaan liitettävillä kanto-käsittelylaitteilla. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tiedote 2/89. 4 s.
- Bernson, V. ja Ekström, B. 1992. Swedish policy to reduce pesticide use. Pesticide Outlook 2(3), 33-36.
- Branschfakta 1992. Miljöskyddsförordningen 1989:364. Punkt 11.01 B, 11.02 B, 11.03 C och 11.04 C. Branschfakta. Naturvårdsverket informerar. Jordbruk. Statens naturvårdsverk. Solna. 16 s.
- Breitenstein, W. 1985. 20 vuotta rikkakasvipäiviä. 20. rikkakasvipäivä. Kasvinsuojeluseura ry. ss. 1-8.
- Chiverton, Ph. 1988. Hungriga insekter kan minska sprutning. Lantmannen 1988 (6), 44-46.
- Crea Video 1992. Ympäristöuutiset 29.3.1992.
- Erviö, L-R. 1986. Voidaanko herbisidien käyttöä vähentää? 21. Rikkakasvipäivä Viikissä 7.1. 1986. Kasvinsuojeluseura ry. ss. 31-35.
- Erviö, L-R. 1991. Luoho, ikävä tulokas viljapelloille. Koetoiminta ja Käytäntö 48. Maaseudun Tulevaisuuden liite 23.4.1991.
- Erviö, L-R. ja Salonen, J. 1987. Changes in the weed population of spring cereals in Finland. Ann. Agric. Fenn. 26(3), 201-226.
- Erviö, L-R., Tanskanen, T. ja Salonen, J. 1991. Profitability of chemical weed control in spring cereals. Ann. Agric. Fenn. 30(2), 199-206.
- Frank, H. 1990. Halocarbon solvents; analysis, environmental occurrence and phytotoxic secondary air pollutants. Teoksessa Hurzinger, O. ja Fielder, H. (toim.): Dioxin'90. EPRI-seminar. Short papers. EPRI-PCP-seminar, analysis, QA/QC, brominated compounds, short-chain aliphatics. Organohalogen compounds 2, 393-396. Eco-Informa Press. Bayreuth.
- Förordningen 1979. Förordning om skötsel av jordbruksmark. 426/1979. Omtryckt i SFS 1295/1991.
- Förordningen 1985. Förordning om bekämpningsmedel. 836/1985.
- Förordningen 1989. Miljöskyddsförordningen. 364/1989.
- Glotfelty, D., Seiber, J. ja Liljedahl, L. 1987. Pesticides in fog. Nature 325, 602-605.
- Hautala, J. 1992. Asiantuntija-arvio torjunta-aineiden käytön tarpeellisuudesta eri viljelykasvi-ryhmille tai tuotantotavoille. Haastattelu 6.4.1992.

- Heinonen-Tanski, H., Simojoki, S., Raininko, K., Nuormala, N. ja Silvo, R. 1989. Effect of annual use of pesticides on soil microorganisms and sugar beet yields. *J. Agric. Sci. Finland* 61, 45–53.
- Hildén, M. 1989. Luonnontaloudellinen riskianalyysi. Teoksessa Hämäläinen, R., Pulkkinen, U. ja Karjalainen, R (toim.). Riskianalyysi. helsinki university of technology. Systems analysis laboratory. Research reports B 14. NN s.
- Hirvi, J-P., Rekolainen, S. ja Verta, M. 1992. Torjunta-aineiden kulkeutuminen ja esiintyminen pohjavesissä. Tilannekatsaus projektiin 27.1.1992. Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitos. Moniste. 10 s.
- Hokkanen, H. 1992. Agroekologian uudet haasteet: Muunneltujen eliöiden käytön mahdollisuudet ja riskit kasvintuotannossa. maatilahallinnon aikakauskirja 1992(1), 89–100.
- Hovi, L. 1988. Kemiallisen heinäntorjunnan vaikutus pintakasvillisuuteen ja viljelymänniköiden kehitykseen. Metsänhoitotieteen pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto. Metsänhoitotieteen laitos. 92 s.
- Hynninen, E-L. 1991. Försäljningen och användningen av bekämpningsmedel i Finland. Nordiskt seminarium Jordbruket och miljön – Statistik och statistiska metodproblem. 28–30.10.1991. Uppsala. 4 s.
- Hynninen, E-L. ja Blomqvist, H. 1989. Torjunta-aineiden myynti Suomessa 1988. *Kemia-Kemi* 16(6), 614–617.
- Hynninen, E-L. ja Blomqvist, H. 1990. Torjunta-aineiden myynti Suomessa 1989. *Kemia-Kemi* 17(6), 530–533.
- Hynninen, E-L. ja Blomqvist, H. 1991. Torjunta-aineiden myynti Suomessa 1989. *Kemia-Kemi* 18(6), 506–509.
- Hynninen, E-L. ja Blomqvist, H. 1992. 1991 Pesticide sales in Finland. *Kemia-Kemi* 1992(6), 563–565.
- Ilvonen, O. 1992. Taloudellinen ohjaus kemikaalivalvonnan keinona. Käsikirjoitus. kemikaalivalvontayksikkö. Vesi- ja ympäristöhallitus.
- de Jong, F., van der Voet, E. ja Canters, K. 1991. The side-effects of airborne pesticides on fungi and vascular plants. CML report 74. Centre of Environmental Science. Leiden University. Hollanti. 117 s.
- Junnila, S. 1991. Isomeeri- ja pienannosherbisidit. Kasvinsuojelupäivät 1991. Kasvinsuojeluseura ry. ss 40–47.
- Kallio-Mannila, K. 1986. Kevätviljapeltojen rikkaruohokoostumuksessa viime vuosikymmeninä tapahtuneita muutoksia. *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica* 62, 107–110.
- Kallio-Mannila, K., Raatikainen, T. ja Raatikainen, M. 1985. Kevätviljapeltojen rikkaruoholajiston muutoksista 1960-luvulta 1980-luvulle. Jyväskylän yliopisto. Biologian laitoksen tiedonantoja 44. 52 s.

- Kallio-Mannila, K. 1992. Torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvien ympäristöhaittojen estäminen. Maatilahallitus (toim.) Erityistutkintoaineisto.
- Kallio-Mannila, K. ja Ylä-Mononen, L. 1992. Torjunta-ainet ja ympäristö. Vesi- ja ympäristöhallitus. Opastyypinen tiedote. Käsikirjoitus.
- Karlsson, T. 1990. Bekämpningsmedel på avvägar. Lantmannen 1990(6), 26–27.
- Kemira 1992. Express-mainos Maaseudun Tulevaisuudessa 21.5.1992. s. 3.
- Kettunen, L. 1992. Suomen maatalous vuonna 1991. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Julkaisuja 65. 60 s.
- Kreuger, J. 1991. Bekämpningsmedelsrester i vattendrag. Nordiskt seminarium Jordbruket och miljön – Statistik och statistiska metodproblem. 28–30.10.1991. Uppsala. 6 s.
- Kurppa, S. 1992a. Tuhoeläintorjunnan kustannusvaikutukset. Maataloustieteen päivät 1992. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 16, 68–76
- Kurppa, S. 1992b. Asiantuntija-arvio torjunta-aineiden käytön tarpeellisuudesta eri viljelykasvi-ryhmille. Haastattelu 16.4.1992.
- Lallukka, R. 1992. Valmiina torjuntatoimiin. Käytännön maamies 5(1992), 17–19, 23.
- Lappalainen, I. ja Heikkinen, M. 1990. Maatalous ja uhanalainen luonto. Ympäristönsuojelun täydennyskoulutus 1990. Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojeluosasto. Esite 23. 1990. 24 s.
- Lavonen, A. 1990. Kasvinsuojeluaineiden käyttöön liittyvien ympäristöriskien vähentäminen. Maatalouden vesiensuojelu. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 245, 79–86.
- Lavonen, A. 1992. Asiantuntija-arvio torjunta-aineiden ilmakulkeutumisesta. Helsingin yliopisto. Maatalousteknologian laitos. Puhelinhaastattelu 23.4.1992.
- Leskinen, A., Salminen, s. ja Turtiainen, M. 1991. Ympäristövaikutusten arvioinnin perusteet. Yliopistopaino. Helsinki. 47 s.
- van Lierop, A. 1988. Means of preventing wild animals from drowning and being involved in road accidents. Council of Europe. Naturopa, Documentation series 22, 1988. Centre Naturopa, Strasbourg. 28 s.
- Lode, O. 1991. Kjemiske plantevernmidler som miljøproblem. Nordiskt Seminarium Jordbruket och miljön. – Statistik och statistiska metodproblem. 28–30.10.1991. Uppsala.
- Loiszekoski, S. 1990. Joka kolmas ruiskutus turha. Maaseudun Tulevaisuus 13.11.1990. s. 10.
- Luotola, M. ja Verta, M. 1992. Haitallisten aineiden tutkimuksen kehittäminen vesi- ja ympäristöhallinnossa. Ympäristöministeriö. Käsikirjoitus.
- Lyly, O. 1986. Metsäherbisidien tutkimuksesta ja tarkastuksesta. Licensiaattitutkielma metsänhoitotieteessä. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Helsingin yliopisto. 87 s.

- Marchant, H., Hudson, R., Carter, S. ja Whittington, Ph. 1990. Population trends in British breeding birds. British Trust for Ornithology.
- Markkula, M., Tiittanen, K. ja Vasarainen, A. 1990. Torjunta-aineet maa- ja metsätaloudessa 1953–1987. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 2. 69 s.
- Markkula, M. ja Nuutinen, V. 1990. Makroskooppisten maaperäeläinten merkitys peltoviljelyssä. Valtion maatalous-metsätieteellinen toimikunta. Tutkimushankkeen 24/205 loppuraportti. Maatalouden tutkimuskeskus. Kasvinsuojelun tutkimuslaitos. 31 s.
- Maybank, K., Yoshida, K. ja Grover, R. 1974. Droplet size spectra, drift potential and ground deposition pattern of herbicide sprays. Canadian Journal of Plant Science 54, 541–546.
- Mehto, U. 1986. Herbisidien vaihtoehdot ja niiden taloudellisuus viljanviljelyssä. 21. Rikkakasvipäivä Viikissä 7.1.1986. Kasvinsuojeluseura ry. s. 14–19.
- Mela, T. 1988. Luonnonmukainen peltoviljely Suomessa. Viljelymenetelmät, rikkakasvit, peltojen viljavuus, sadot ja sadon laatu. Summary: Organic farming in Finland. Cultivation methods, weeds, soil fertility, yields, and yield quality. Helsingin yliopisto. Kasvinviljelytieteen laitos. Julkaisuja 16. 238 s.
- Moreby, S. ja Potts, G. 1985. Insecticides and the survival of gamebird chicks in 1983. Game Conservancy Annual Review 16, 47–49.
- Mukula, J. 1980. Herbisidit. Rikkakasvien torjunta-aineet ja niiden käyttö. Kasvinsuojeluseuran julkaisu 63. 111 s.
- Mukula, J. ja Köylijärvi, J. 1965. Comparative studies with three herbicides, MCPA, MCPA Plus 2,3,6-TBA, and Mecoprop for weed control in spring cereals. Ann. Agric. Fenn. 4(4), 256–276.
- Mukula, J., Raatikainen, M., Lallukka, R. ja Raatikainen, T. 1969. Composition of weed flora in spring cereals in Finland. Ann. Agric. Fenn. 8, 61–110.
- Myllyvirta, T. 1992. Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys. Asiantuntijahaastattelu viikolla 11. 1992.
- Nordby, A. ja Skuterud, R. 1975. The effects of boom height, working pressure and wind speed on spray drift. Weed Research 14, 385–395.
- Orava, R. 1992. Uudenmaan riistanhoitopiiri. Riistaeläinlaskenta 1.–2.2.1992. Suullinen tiedonanto.
- Permin, O. ja Odgaard, S. 1989. Drift caused by fieldspraying. 6. danske planteværnskonference. Pesticider og Miljø 1989, 204–220.
- Potts, G. 1986. The Partridge: pesticides, predation and conservation. Collins Professional and Technical Books. William Collins Sons ja Co. Ltd. Lontoo.

- Puustinen, M. 1992. Peltoviljelystä aiheutuvan vesistökuormituksen vähentäminen. Julkaisussa Rekolainen, S. ja Kauppi, L. 1992. Maatalous ja vesien kuormitus. Yhteistutkimusprojektin tutkimusraportit. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 359, 107-122.
- Pyykkö, T. 1991. OECD:n ympäristökomitean vuonna 1991 teettämä arvio maatalous- ja ympäristöpolitiikan integroinnista OECD:n jäsenmaissa. Suomenkielinen esite. Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden edistäminen. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 343, 115-127.
- Rajala, J. 1982. Tavanomainen ja biologinen viljely. Biologista ja taloudellista vertailua. Elävä maa 1. 187 s.
- Rekolainen, S. 1989. Torjunta-aineiden huuhtoutuminen ja esiintyminen vesistöissä. Tiedote Torjunta-ainetuottajien yhdistyksen kokouksessa 18.4.1989. 1 s.
- Rekolainen, S., Erkomaa, K., Korhonen, K. ja Huovinen, J. 1988. Eräiden maataloudessa yleisesti käytettyjen torjunta-aineiden esiintyminen vesistöissä ja huuhtoutuminen maatalous-alueilta. Vesitalous 1988(6), 11-17.
- Rekolainen, S., Kauppi, L. ja Turtola, E. 1992. Maatalous ja vesien tila. Maatalous- ja vesien suojelu -projektin loppuraportti. Luonnonvarajulkaisu 15. Luonnonvarainneuvosto. Maa- ja metsätalousministeriö. 61 s.
- Salonen, J. ja Erviö, L.-R. 1986. Kevätviljakasvustojen rikkakasviruiskutusten teho ja taloudellisuus. 21. Rikkakasvipäivä Viikissä 7.1.1986. Kasvinsuojeluseura ry. ss. 10-13.
- Salonen, J. ja Jalli, H. 1992. Herbisidien käyttömäärän säätely viljapeltojen rikkakasvien torjunnassa. Kasvinsuojelupäivät 1992. Kasvinsuojeluseura ry. ss. 6-14.
- Seuri, P. 1990. Puhtauden säilyttäminen suomalaisten elintarvikkeiden tuotannossa. Maa- ja metsätalousministeriö. Elintarviketutkimusprojekti. 138 s.
- Seuri, P. 1992a. Tehomaatalousko tehotonta. Uhraukset tuotantopanoksiin eivät ole tuottaneet tulosta. Maaseudun tulevaisuus 7.3.1992. s. 2.
- Seuri, P. 1992b. Asiantuntija-arvio torjunta-aineiden käytön vähentämismahdollisuuksista. Haastattelu 7.4.1992.
- Solonen, T., Tiainen, J., Korpimäki, E. ja Saurola, S. 1991. Dynamics of Finnish Starling *Sturdus vulgaris* populations in recent decades. Ornis Fennica 68, 158-169.
- Tanskanen, T. 1987. Kemiallisen rikkakasvien torjunnan kannattavuus kevätiljoilla. Maanviljelystälouden pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto. 80 s.
- Tiainen, J. 1992. Helsingin yliopisto, eläintieteen laitos. Asiantuntijahaastattelu maatalouden maiden ekosysteemien arvoista 19.3.1992.
- Tiainen, J., Hanski, T., Pakkala, T., Piironen, J. ja Yrjölä, R. 1989. Clutch size, nestling growth and nestling mortality of the Starling *Sturdus vulgaris* in South Finnish agroenvironments. Ornis Fennica 66, 41-48.

- Tiainen, J. ja Tukia, H. 1992. Activity densities of carabids in Finnish farmland. Helsingin yliopisto. Käsikirjoitus.
- Toiviainen, M. 1992. Torjunta-aineiden valvonta v. 1991. Maatilahallitus. Torjunta-aineiden toimiala. Muistio. 1 s.
- Torstensson, L. 1992. Transport of pesticides to the aquatic environment. Teoksessa Helweg, A. (toim.) Seminar Pesticides in the aquatic environment – appearance and effect. Res. Centre for Plant Protection. Denmark. ss. 7–14.
- Tukia, H. ja Tiainen, J. 1992. Carabid assemblages on three levels of spatial scale in Finnish agroecosystem. Helsingin yliopisto. Käsikirjoitus.
- Turtola, A. 1991. Lounais-Hämeen peltolinnusto. Peltolintututkimuksen ensimmäiset tulokset. Käsikirjoite. 9 s.
- Turtola, A. 1992a. Torjunta-aineiden ja eri viljelymenetelmien vaikutus peltopyyppöiden elinympäristön valintaan ja kuolleisuuteen. Tutkimussuunnitelma.
- Turtola, A. 1992b. Asiantuntija-arvio maatalouden reunaekosysteemienarvoista ja torjunta-aineiden haittojen vähentämisestä. Maatalouden tutkimuskeskus. Jokioisten Kartanot. Neuvottelu 16.4.1992.
- Wahlström, E., Reinikainen, T. ja Hallanaro, E-L. 1992. Ympäristön tila Suomessa. Vesi- ja ympäristöhallitus, Ympäristötietokeskus. Gaudeamus. 364 s.
- Wallenius, S. 1991. Luettelo ympäristönsuojeluun liittyvistä maataloudellisista tutkimuksista. Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden edistäminen. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 343, 21–24.
- Vuoristo, H. 1991. Maatalouden vaikutus vesien tilaan. Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden edistäminen. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 343, 137–138.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA - sarja A

41. Siuntionjokineuvottelukunta: Siuntionjoen vesistön käytön ja suojelun yleissuunnitelma. Helsinki 1989.
42. Vilhunen, Oili: Hankoa ympäröivän merialueen tila vuosina 1976 - 1986. Helsinki 1989.
43. Vantaanjoen vesistön vesiensuojelun toimenpideohjelma. Helsinki 1990.
44. Jeltsch, Ulrich: Saastuneiden maa-alueiden kunnostus. Helsinki 1990.
45. Ahtiainen, Marketta: Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Helsinki 1990.
46. Heikkilä, Raimo: Vaasan läänin uhanalaiset suokasvit. Helsinki 1990.
47. Korkka-Niemi, Kirsti: Tutkimus kaivovesien happamoitumisesta Suomessa. Helsinki 1990.
48. Kauppi, Lea; Sandman, Olavi; Knuuttila, Seppo; Eskonen, Kristiina; Liehu, Anita; Luokkanen, Sinikka & Niemi, Maarit: Maankäytön merkitys vesien käytölle haitallisten sinileväkukintojen esiintymisessä. Helsinki 1990.
49. Heikkinen, Kaisa & Visuri, Anna: Orgaanisten aineiden merkityksestä ja pidättymisestä virtaavan veden ekosysteemeissä.
Heikkinen, Kaisa & Visuri, Anna: Turvetuotannon typpikuormituksen vaikutuksista virtaavissa vesissä. Helsinki 1990.
50. Pitkänen, Heikki; Kangas, Pentti; Sarkkula, Juha; Lepistö, Liisa; Hällfors, Guy & Kauppila, Pirkko: Veden laatu ja rehevyys Itäisellä Suomenlahdella. Raportti vuosien 1987 - 88 tutkimuksista. Helsinki 1990.
51. Hirvi, Juha-Pekka (toim.): Suomenlahden öljyvahinko 1987. Helsinki 1990.
52. Levinen, Riitta: Puhdistamolietteen viljelykäytön edellytykset. Helsinki 1990.
53. Niemi, Reino A: Makrofyytit vesien tilan seurannassa. Helsinki 1990.
54. Lammassaari, Veikko: Uitto ja sen vesistövaikutukset. Helsinki 1990.
55. Kainuun vesi- ja ympäristöpiirin toiminnan suuntaviivat 1990-luvun alkupuoliskolla. Helsinki 1990.
56. Perälä, Jaakko & Reuna, Marja: Lumen vesiarvojen alueellinen vaihtelu Suomessa. Helsinki 1990.
57. Haja-asutuksen vedenhankinnan kehittäminen. Helsinki 1990.
58. Puustinen, Jukka: Typen merkitys rannikkovesien rehevöitymisessä. Helsinki 1990.
59. Oulun vesi- ja ympäristöpiiri: Pohjois-Pohjanmaan vedet ja ympäristö 1990-luvulla. Helsinki 1990.
60. Saviranta, Leena & Katko, Tapio (toim.): Kansainvälinen vesihuollon vuosikymmen 1981 - 1990 Suomessa. Helsinki 1990.
61. Katko, Tapio (ed.): The international drinking water and sanitation decade 1981 - 1990 in Finland. Helsinki 1990.
62. YV-projekti: Kokemuksia osallistumisesta ja vaikutusten arvioinnista vesiensuojelun suunnittelussa. Helsinki 1990.
63. Antikainen, Sari; Smolander, Ulla & Järvinen, Olli: Näytteenottomenetelmän luotettavuus luonnonvesien raskasmetalliseurannassa. Helsinki 1990.
64. Saarela, Jouko: Kaivosjätteiden geoteknisistä ominaisuuksista ja ympäristövaikutuksista. Helsinki 1990.
65. Turun vesi- ja ympäristöpiiri: Vesien käyttö ja hoito 1990-luvulla Varsinais-Suomi ja Etelä-Satakunta. Helsinki 1990.
66. Mukherjee, Arun B: The use of chlorinated paraffins and their possible effects in the environment. Helsinki 1990.
67. Assmuth, Timo: Kaatopaikkojen ongelmajätteiden ympäristövaikutukset. Riskikaatopaikkatutkimuksen pääraportti. Helsinki 1990.
68. Porvoonjoen kuormitus selvitystyöryhmä; Lehtonen, Eija & Penttilä, Sirpa (toim.): Porvoonjoen kuormitus selvitys. Helsinki 1991.
69. Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri: Mikkelin läänin vesien hoito 1990-luvulla. Helsinki 1991.
70. Louekari, Kimmo; Saarikoski, Heli & Joki-Kokko, Eeva: Kadmium ympäristössä. Helsinki 1991.
71. Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri: Keski-Pohjanmaan vedet ja ympäristö. Helsinki 1991.
72. Freindling, Alexander & Heitto, Lauri: Primary production of inland waters. Helsinki 1991.
73. Pennanen, Jussi: Toutain Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen järjestelyn vaikutusalueella. Helsinki 1991.

74. Hildén, Mikael; Hakaste, Tapio; Korhonen, Pekka & Rahikainen, Eljas: Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen kalatalouden intressianalyysi. Helsinki 1991.
75. Ihme, Raimo; Heikkinen, Kaisa & Lakso, Esko: Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Helsinki 1991.
76. Pasanen, Jaana: Öljyisen maan ja jätteen mikrobiologinen puhdistus. Helsinki 1991.
77. Ihme, Raimo; Isotalo, Lauri; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Turvesuodatus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa.
Ihme, Raimo; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Laskeutusaltaiden toimivuuden parantaminen turvetuotantoalueiden valumavesien käsittelyssä.
Ihme, Raimo; Heikkinen Kaisa & Lakso, Esko: Turvetuotantoalueiden kuormituksen pidättäminen sarkaojiin. Helsinki 1991.
78. Rantala, Aulis (toim.): Vesistöjen kalkitus happamien sulfaattimaiden vaikutusalueella. Helsinki 1991.
79. Kiiminkijoen vesiensuojelusuunnittelun työryhmä; Hynninen, Pekka (toim.): Kiiminkijoen vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki 1991.
80. Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri: Keski-Suomen kehittyvät vesivarat. Helsinki 1991.
81. Haapala, Kirsti & Eurén, Maija: Luonnonvesien ja jätevesien kiintoainemäärityksen ongelmista. Helsinki 1991.
82. Laine, Anne & Heikkinen, Kaisa: Turvetuotannon kalastovaikutukset. Helsinki 1991.
83. Vesihuoltolaitokset 31.12.1988 ja 31.12.1989. Helsinki 1992.
84. Sandman, Olavi; Turkia, Jaana & Huttunen, Pertti: Paleolimnologinen tutkimus metsäojituksen ja -lannoituksen vesistövaikutuksista Juupajoen Kalliojärvässä. Helsinki 1992.
85. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri: Uudenmaan ja Etelä-Hämeen vedet. Helsinki 1991.
86. Roila, Tuija: Pienvesien happamoitumisen seuranta vuosina 1979 - 1989.
Roos, Jaana: Puskurikapasiteetin muutokset eräissä pienjävissä vuosien 1937 - 48 ja 1988 välillä.. Helsinki 1992.
87. Ollikainen, Minna: Karjalan Pyhäjärven tila 1980-luvulla sedimentin piilevien ilmentämänä. Helsinki 1992.
88. Lepistö, Liisa: Planktonlevien aiheuttamat haitat. Helsinki 1992.
89. Rantakangas, Jorma: Perkauksen aiheuttaman kiintoainevirtaaman ennakointi. Helsinki 1992.
90. Kaijalainen, Erkki (toim.): Sonkajärven reitin vesien käytön yleissuunnitelma. Helsinki 1992.
91. Salo, Simo: The fate of chemicals spilled on water. A literature review of physical and chemical processes. Helsinki 1992.
92. Mäkirinta, Urho & Tolonen, Pasi: Vaalan Järvikylän järvien kasvillisuus järvien tilan kuvaajana. Helsinki 1992.
93. Mäkirinta, Urho: Muutoksia Alavetelin Isojärven kasvillisuudessa 1973 - 1981. Helsinki 1992.
94. Nakari, Tarja: Porvoon edustan merialueen meriveden vaikutuksista sumputettujen ja luonnonkalojen elintoimintoihin. Helsinki 1992.
95. Torpström, Heikki & Lappalainen, Matti: Järvien biomanipulaation perusteita ja käytännön mahdollisuuksia. Helsinki 1992.
96. Salonen, Seija; Frisk, Tom; Kärmeniemi, Tellervo; Niemi, Jorma; Pitkänen, Heikki; Silvo, Kimmo & Vuoristo, Heidi: Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä – vaikutusten arviointi. Helsinki 1992
97. Assmuth, Timo; Strandberg, Tapio; Joutti, Anneli & Kalevi, Kirsti: Kemiallisesti saastuneiden maa-alueiden tutkimusmenetelmät. Helsinki 1992.
98. Kivimäki, Anna-Liisa: Tekopohjavesilaitokset Suomessa. Helsinki 1992.
99. Tanninen, Risto: Arvot ja asenteet Pyhäjoen vesiensuojelusuunnittelussa. Helsinki 1992.
100. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitin vene- ja retkisatamasuunnitelma. Helsinki 1992.
101. Eloheimo, Karri: Veneily ja sen ympäristövaikutukset. Helsinki 1992.
102. Sytyke 16. Sannholm, Gun & Söderström, Mirja: Entsyymikäsittelyn merkitys sulfaattimassan valkaisuissa. Helsinki 1992.
103. Sytyke 9. Raitio, Laura: Siistausprosessin ympäristökuormitus. Helsinki 1992.
104. Sytyke 17. Jantunen, Esko: Jätevesipäästötön paperitehdas. Helsinki 1992.
105. Sytyke 10. Lehtinen, K.-J. & Tana: Effects in mesocosms exposed to effluents from bleached hardwood kraft pulp mill. Helsinki 1992.

106. Hudd, Richard; Toivonen, Anna-Liisa & Wistbacka Ralf: Malax å fiskeriutredning. Helsinki 1992.
107. Rontu, Mika: Pohjaveden alkalointi kalkkikivisuodatuksella. Helsinki 1992.
108. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitti - Kansallisvesi. Helsinki 1992.
109. Sytyke 11. Junttila, Vesa: Sellutehtaan ympäristökuormitusten pienentäminen ja hallinta uudella tehdaslayoutilla. Helsinki 1992.
110. Sytyke 20. Kara, Mikko: Natrium- ja rikkitaseen säätömahdollisuuksia suomalaisessa sellutehtaassa. Helsinki 1992.
111. Kauppi, Marja: Repoveden alueen vesistöjen perusselvitys. Helsinki 1992.
112. Lindholm, Tapio (toim.): Sukkessiotutkimusten tuloksia Suomen ja SNTL:n luonnonsuojelualueilta. Helsinki 1992.
113. Sytyke 2. Hatakka, Annele; Valo, Marjatta & Lankinen, Pauliina: Puunjalostusteollisuuden jätevesien käsittely valkolahosienillä ja niiden entsyymeillä. Helsinki 1992.
114. Sytyke 19. Krogerus, Mårten & Hynninen, Pertti: Sellu- ja paperiteollisuuden päästöjen käsittelyvaihtoehdot ja kustannukset. Helsinki 1992.
115. Hyvärinen, Pekka; Salojärvi, Kalervo; Pushkin, Sergei & Ahonen, Mikko: Kalojen vaellus Oulujärvestä Oulujokeen. Helsinki 1992.
116. Ettala, Matti & Koskela, Juhani: Kloorifenolipitoisten pohjavesien käsittely aktiivihäilisuodatuksella ja aktiivilietemenetelmällä. Helsinki 1992.
117. Sytyke 6. Myréen, Bertel: Suomen metsäteollisuuden tila vuonna 1995. Helsinki 1992.

